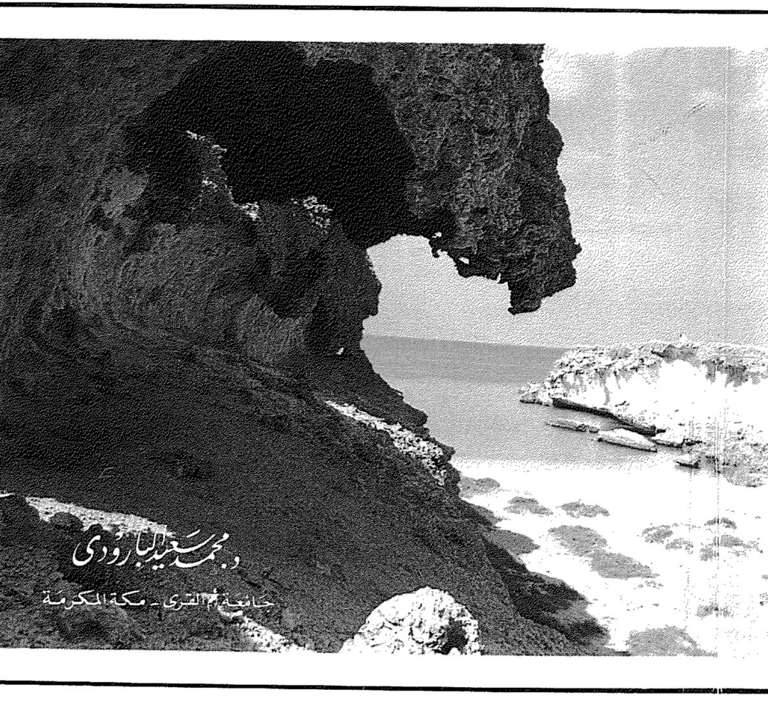
جزر فرسان

دراسة جيومورفولوجية



د. محمد سعيد البارودي

جامعة أم القرى - مكة المكرمة

سلسلة علمية تصدر عن وحدة البحث والترجمة

قسم الجغرافيا بجامعة الكويت - الجمعية الجغرافية الكويتية

إهـــــــداء ٢٠٠٧

الجمعية الجغرافية الكويتية

الكويت

جزر فرسان

دراسة جيومورفولوجية

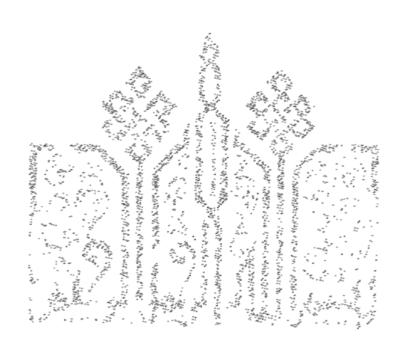
سلسلة علمية تصدر عن وحدة البحث والترجمة
قسم الجغرافيا بجامعة الكويت - الجمعية الجغرافية الكويتية

جزر فرسان

دراسة جيومورفولوجية

د. محمد سعيد البارودي
جامعة أم القرى - مكة المكرمة

الكويت ١٩٨٩



شكــر وتقـديــر

لابد لي وبعد أن فرغت من كتابة هذا البحث أن أتقدم بالشكر والتقـدير لسعـادة أمـير جيزان محمـد بن تركي السـديري على التسهيلات والمساعدة القيمة التي قدمها لي سواء في جيزان أو في جزيرة فرسان كما لا يفوتني أن أنوه باستجابة أمير ووكيل إمارة فرسان لطلب المسـاعدة وتأمين سيارة جيب وبعض المستلزمات الأخرى فلهم مني جميعاً جل شكري وتقديري.

كما أتقدم بالشكر لقسم الجغرافيا بجامعة أم القرى ممثلا برئيسه سعادة الأستاذ الدكتور ناصر عبدالله الصالح على ما قدمه ويقدمه من دعم متـواصل وتشجيع لي ولجميع الزملاء في القسم لمواصلة البحث العلمي التطبيقي لما فيه خير هذه البقاع المقدسة.

وتجـدر الاشـارة إلى ما قدمه لي بعض الزملاء في القسم وعلى رأسهم الأستاذ معراج مرزا والأستاذحسن خياط من مراجع وخرائط كان لها دور كبير في توضيح كثير من النواحي العلمية الخاصة بهذه الجزر فلهما مني عظيم شكري وعرفاني بالجميل.

وأخيراً أشكر الفنيين في قسم الجغرافيا وهم الأستاذ سعيد خضير والأستاذ أحمد قدح والطالب حسن دلي على ما قدموه من مساعدة كما أشكـر كل من ساهم في مد يد العون لإخراج هذه الدراسة بصورتها الحالية.

الباحــث

جـزر فـرسـان: دراسـة جيمورفولوجية

تمهيـد:

لدراسة الجزر أهميتها الخاصة في الدراسة الجيمورفولوجية وبالذات الساحلية منها. وجزر فرسان الواقعة في جنوب البحر الأحمر تحتوي على أشكال جيمورفولوجية فريدة تكسبها أهمية خاصة نظرا لعدم تغير المشهد الطبيعي فيها بالأنشطة البيئية.

وانطلاقا من ذلك فإن هذه الجزر ـ التي تشكل جزءا من المملكة العربية السعودية ـ بحاجة ماسة إلى هذا النوع من الدراسة شأنها في ذلك شأن بقية أنحاء المملكة، كما تعتبر هذه الدراسة بداية لدراسة لاحقة في هذا المجال سواء كان ذلك للباحث أو لغيره من الباحثين.

وتتشكل جزر فرسان ـ التي استمدت اسمها من أكبر الجزر فيها وهي فرسان كبير ـ من مجموعة جزر تقع في القسم الجنوبي الشرقي للبحر الأحمر بين دائرتي عرض ٢٣َ ١٦° و٦َ ١٧° شمالا وخطي طول ٣٣َ ٤١° و١٢َ ٤٢° شرقا[١]، كما لاتبعد أكبر جزرها عن

(١) باستثناء بعض الجزر الصغيرة التي تمتد أبعد من ذلك.

مدينة جيزان بأكثر من ٤٢كيلومترا. ويصل مجموع الجزر إلى ٨٤ جزيرة[١] أكبرها جزيرتي فرسان كبير وفرسان صغير (السجيد) (شكل رقم ١). حيث تمتد الأولى ٦٠كيلومترا من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي باتساع يصل أقصاه ٢٧كيلومترا. أما الثانية فتمتد ٣٥كيلومترا وعرض يصل أقصاه ١٠كيلومترات. إضافة إلى ثمان جزر تتراوح أطوالها بين ٥ـ١٠كيلومترات. وتكاد تتشابه جميع الجزر مورفولوجياً حيث يتكرر المشهد الطبيعي في كل جزيرة، ولذا فقد اختار الباحث جزيرة فرسان كبير باعتبارها نموذج أوحالة تمثل باقي الجـزر.



١ـ الدراسات السابقة:

تعود أقدم الدراسات للمنطقة إلى القرن الماضي عندما درست ضمن دراسات موسعة عن الشعاب المرجانية في البحر الأحمر فقد تناولها داروين Darwin ١٨٨٩[٢] رغم أنه لم يزرها شخصيا، كما بدأت دراسات ميدانية دقيقة في عام ١٩٢٦-١٩٢٧م لجزر فرسان

(١) للاطلاع على أسماء جميع الجزر انظر:
ـ مفتاح، ابراهيم عبدالله: فرسان، سلسلة من بلادنا رقم ٢٤ الرئاسة العامة لرعاية الشباب، ص ٤٥.

(2) Darwin, C. 1889; The Structure and Distribution of Coral Reefs, London. 3rd ed., pp.260-266.

من قبل شركة بترول البحر الأحمر بهدف البحث عن البترول خدم بطبيعـة الحـال الـدراسـات الجيولوجية، نظرا لما تقدمه عمليات التنقيب عن البترول من قطاعات جيولوجية عميقة للآبار المحفورة.

وقـد صدرت أولى الدراسات المرتبطة بهذه الشركة عن طريق عدد من الباحثين كان أولهم ماكفادين MacFadyen في مطلع عام **١٩٣٠**م[1] تناول فيها جيولوجية جزر فرسان وتلتها دراسة أخرى لنفس المؤلف وفي نفس العام[2] عن النحر السفلي للحجر الجيري الشعابي المرجاني في سواحل بعض جزر البحر الأحمر ومنها جزيرة فرسان، وتركزت دراسته على موقع خله في شمال فرسان. ثم جاءت دراسـة كوكس L.R.Cox **١٩٣١**[3] مكملة لما بدأه ماكفادين عن جيولوجية الجزر. فقد اهتم كوكس بالجوانب الباليونتولوجية معتمدا على الأصداف التي كان قد جمعها ماكفادين من قبل وحاول عن طريق هذه الأصـداف أن يميز بين الأنواع الهندية ـ الباسيفيكية

---

(1) Mac Fadyen, W.,A., 1930, The geology of the Farsan Islands, Gizan and Kamaran Island, Red Sea, Part 1-General Geology: Geol. Mag. (Great Britain) V.67,p. 310-315.

(2) .... 1930, The Undercuting of coral reef limestone on the coasts of some islands in the Red Sea: Geog. Jour. V.75, p.26-34.

(3) Cox, L.R., 1931. The geology of the Farsan Islands, Gizan and Kamaran Island, Red Sea: Geol. Mag. (Great Britain) V. 68. p.1-13. 323-333.

والأنواع المتوسطية ليصل عن طريق ذلك إلى تحديد الزمن الذي اتصـل فيه البحر الأحمر بالمحيط الهندي، إضافة إلى تاريخ عمر صخور هذه الجزر.

كما درست إحدى جزر فرسان وهي جزيرة عبلات شمال فرسان كبير من قبل القبطان كوستو Causteau ١٩٥١-١٩٥٢م في الرحلة الأولى لسفينة الأبحاث كالبسو Calypso.

كما قام ديجـوليه De Golyer ومـاكناوتـون Mac Naughton ١٩٥٣م[١] بدارسـة جيولـوجية شملت كلا من السهل الساحلي للبحر الأحمر في المملكة العربية السعودية وجزيرة فرسان، وقدما آراءاً قيمة بهذا الخصوص.

وقـام نسـتروف[٢] Nestroff ١٩٥٥م بدراسـة عن الشعـاب المرجانية في شمال فرسان تبعتها دراسة جيمورفولوجية لهذه الشعاب من قبل زميله جلشير[٣] Guilcher نشرت في نفس العام.

---

(1) De Golyer and Mac Naughton, 1953, Geology of Saudi Arabian Red Sea coastal plain and the Farsan Islands with respect to petropleum possiblities: Saudi Arabian Dir. Gen. Mineral Resources Open file rept. 28, 49 p.

(2) Nestroff (W,), 1955. "Les recifs coralliens du banc Farasan Nord" Ann. Inst. Oceanogr, 30, p.7-35.

(3) Guilcer (A.) 1955, "Geomorpologie de l'extremité du banc coralien Farsan (Mer Rouge)" Ann. Inst. Oceanogr 39, p.55-100.

وفي عام ١٩٧٥م قدم جتنـج[1] Gettings دراسـة قيمـة مع خريطة عن الجاذبية والمغناطيسية لتهامة عسير وجزر فرسان ساهمت في تفسير نشأة هذه الجزر.

أمـا دراسة دباغ وآخرون[2] فقد أعطت تقييما جيولوجيا لجزر فرسـان اعتمـدت فيه على تحليل الصـور الجوية للمنطقة ـ والتي عملت من قبـل المـديرية العـامة للثروة المعدنية في عام ١٩٧١م . وقدمت هذه الدراسة شرحا مفصلا عن العوامل المؤثرة في بنية الجزر حاليا. إضافة إلى وصف قطاع عرضي للشواطىء المرتفعة في شمال غرب جزيرة فرسان كبير.

٢ـ الدراسة الميدانية :

قام الباحث بإجراء دراسة ميدانية لجزر فرسان اقتصرت في شتاء ١٩٨٤م على جولات ومـلاحـظات ميدانية سجلت من خلالها العديد من الظواهر الهامة التي تتصف بها هذه الجزر وكان من أهم نتائج هذه الجولة أن تكونت قناعة لدى الباحث بتشابه جزر فرسان

---

(1) Gettings, E. Delineation of the Continental Margin in the Soutern Red Sea Region From New Gravity Evidence, Mineral Resources Bulletin 22, Red Sea Research, 1970-1975, Jiddah 1977, p. 1-11.

(2) Dabbagh, A. Hotzl, H., & Schnier, H., 1984, Farasan Islands, in Jado. A.R. & Zotl.
J.G. (ed) Quaternary Period in Saudi Arabia. Vol.2. Sprinager Verlay, Wien, New York, pp.212-220.

من النـاحية المـورفـولوجية ومن ثم فقد تعكس دراسة أي جزيرة خصائص بقية الجزر. وربما يعود ذلك للأصل المشترك في نشأة هذه الجزر. كما تم من خلال نفس الزيارة تحديد عدد من المواقع على جزيرة فرسـان كبير (باعتبارها تمثل باقي الجزر) لإجراء مزيد من البحث في الدراسة الميدانية اللاحقة.

وفي فبراير ١٩٨٦م أجرى الباحث دراسته الميدانية لعدة مواقع في جزيرة فرسـان شملت خور وادي خلة، جبال المغاوي، خور الميناء الحالي (خور وادي القصار) خليج حصيص، وادي مطر، خليج جنـابـه، وادي الحسـين، جبال الأصباح، وأخيرا ساحل صير. إضافة إلى إجراء عملية مسح سريعة وشاملة لبقية مناطق الجزيرة. وقد اتبع الباحث في قياساته أو تسجيل ملاحظاته لكل موقع من المواقع المذكورة المنهج التالي:

أ ـ مواقـع انتشـار السـواحـل الجـرفية: في هذه المواقع تم عمل وتسجيل الآتي:

١ـ قياس ارتفاع الجروف البحرية وأقسامها وخاصة فيما يتعلق بتقدم الشرفات Visors وتوغل الفجوات Noches

٢ـ رفع قطاعات ميدانية على ورق مليمتري لتحديد درجات أقسام الانحدار العكسي للشرفات.

٣- امتدادات عتبة النحت البحري أمام الجروف مع تحديد إطاراتها rim إن وجدت •

٤- تحديد أنواع الكائنات النباتية من الاشنات إن وجدت.

٥- مدى الفرق بين أشكال الذوبان لكل من السواحل المحمية والسواحل المكشوفة.

٦- تحديد اتجاه وامتداد الشقوق الأرضية المتصلة أو القريبة من الجروف الساحلية.

٧- قياس درجة الحرارة في مناطق المياه المغلقة أو المياه المفتوحة.

ب - مواقع تواجد الشواطىء المرتفعة:

١- قياس ارتفاع منسوب كل شاطىء عند التقائه بجرف الشاطىء الذي يليه باعتباره يمثل أقرب رقم لمنسوب مستوى سطح البحر السابق.

٢- دراسة أنواع التكوينات الشاطئية (إن وجدت).

٣- توقيع هذه الشواطىء على خريطة أعدت لهذا الغرض.

٤- المقارنة بين منسوب هذه الشواطىء في كل موقع ومواقع تواجدها الأخرى على الجزيرة.

جـ - مجاري الأودية:

١- القطاعات الطولية لهذه الأودية وأهم الظواهر المرافقة لها.

٢ـ القطاعات العرضية وشملت جوانب الأودية وما تحويه من أدلـة على زيادة تعمق هذه الأودية كالمصـاطب النهرية أو الفجـوات أو الشرفـات المعلقـة على هذه الجوانب ومدى علاقتها بمناسيب الشواطىء المرتفعة.

٣ـ دراسة الظواهر المصاحبة لمصبات هذه الأودية.

د ـ البلاجات الرملية:

١ـ توزع وامتداد هذه البلاجات.

٢ـ أنواع التكوينات الرملية لهذه البلاجات.

٣ـ الظواهر المصاحبة لهذه البلاجات.

٣ـ مظاهــر السطــح:

يتراوح منسـوب الجـزيرة العام بين ١٠ـ٢٠ مترا فوق مستوى سطح البحر إلا أن المنسوب يزيد في بعض الأطراف حتى يصل إلى ٤٠ مترا. أما أقصى ارتفاع فهو ٧٥ مترا وتسمى هذه المرتفعات محليا بالجبال وأهمها في جزيرة فرسان كبير جبال الأصباح إلى الغرب من قرية الحسـين وجبال صبير قرب قرية صير في الشمال الغربي وجبال المغاوى في الشمال وأخيرا جبال شدا في أقصى الجنوب الغربي.

وفي كل المناطق السابقة تشرف هذه الجبال على الساحل مباشرة وتتصف باستواء قممها بشكل واضح وعدم تناظر سفوحها الذي نسوده أحيانا مستويات طبوغرافية متدرجة تشكل شواطىء مرتفعة Rised Beaches يختلف توزعها واتساعها. ففي جبال شدا ـ التي تعتبر رأسا متقدما في البحر ـ تحيط الشواطىء المرتفعة من معظم جهاته تقريبا على شكل حدوة الفرس. ولكن اتساع هذه الشواطىء تختلف بين سواحله الجنوبية والشمالية، فهي في الجنوب أقل اتساعا من الشمال حيث تنحدر تدريجيا إلى خليج جنابه.

أما في جبال الأصباح فقد لاحظ الباحث أن هذه الشواطىء عبارة عن مدرجات ضيقة لاتزيد على بضعة أمتار أو عبارة عن فجوات على واجهة الجرف البحري لهذه الجبال المشرفة على الساحل مباشرة.

وتختلف جبال المغاوى كثيرا عن بقية جبال الجزيرة فهي تمتاز بوجود أخاديد تقطعها متعامدة على خط الساحل على شكل أغوار ونجود (ظهور) جعلت من الصعب قطع هذه الجبال[1].

ويحدد عدد قليل من الأودية سطح الجزيرة وأهمها وادي مطر وهو

(١) يرى سكان الجزيرة أن من يدخل هذه الجبال لابد أن يضيع ويهلك فيها ولذا أعطيت هذا الاسم.

أكبر وأهم الأودية ويصب في جنوب الجزيرة يليه وادي الخور (القصار) ويصب في الخور (منطقة الميناء)، ووادي خله ويصب في خور خله وأخيرا وادي الحسين (شكل ٦). ومما تجدر الاشارة إليه أن جميع هذه الأودية نادرا ما تتعمق في سطح الجزيرة إلى أكثر من ١٠ أمتار كما تمتاز بقصرها وضيق مساحات أحواضها نتيجة لضيق مساحة الجزيرة وقلة اتساعها.

ويوجد عدد من الظاهرات الهامة في هذه الأودية ربما أهمها وجود عدد من الشقوق الأرضية تعترض مجرى الأودية كما في وادي خله أو مسايرة لها كما في وادي مطر ووادي الحسين.

وتبرز بعض المدرجات النهرية الصخرية بصورة واضحة في كل من وادي خله ووادي الحسين. كما يلفت الانتباه الجوانب القائمة لجميع الأودية في الجزيرة وخاصة مع الاتجاه نحو مصباتها.

أما سواحل الجزيرة فهي إما رملية بلاجية أو جرفية، وتظهر أحيانا البلاجات الصخرية في بعض المواقع وعادة ما تتوزع البلاجات الرملية في الخلجان الهامة كما في خليج جنابه والساحل الجنوبي للجزيرة، وعلى جوانب مصب وادي مطر وأجزاء من خليج حصيص. وتتناوب الجروف الصخرية مع البلاجات الرملية في

مواقع عديدة إلا أنها أكثر انتشارا من الأخيرة في سواحل الجزيرة، وتتميز بوجود فجوة عند قاعدة الجرف البحري الملامس لمياه البحر وشرفة متقدمة يختلف إمتدادها بين موقع وآخر.

وهناك عدد من الأشكال الكثيبية التي تطوق خليج جنابه ومواقع نادرة في جنـوب الجزيرة ومواقع أخرى في ساحل صير وهي تعلو شاطئا مرتفعا في هذه المواقع، ومكونة كلية من بقايا أصداف بحرية متنـوعـة. وأخـيراً فإن معـظم سطح الجـزيرة يتغطى جزئيا بتربة موضعية محلية (نشأت بالتحلل) وفتات رمال جيرية ناجمة عن حطام الشعاب المرجانية والأصداف البحرية.

٤ـ ظـروف البيئة الطبيعية:

لا توجد في الجزر محطات تابعة لمصلحة الأرصاد وحماية البيئة ولا محطات زراعية يمكن الاعتماد على أي منها في دراسة ظروف البيئة الطبيعية، وكان لابد من الاستعانة بمحطة أرصاد جيزان[١] القريبة منها وبمعلومات الأهالي وكبار السن وتسجيل ما يمكن الاستفادة منه خلال الدراسة الميدانية.

---

(١) رغم أن محطة أرصـاد جيزان لاتمثل تماما بيئة الجزر إلا أن قربها منها (٤٠كم تقريبا) ووقوعها على خط عرض الجزر دفع الباحث إلى الاعتماد عليها جزئيا أو كليا أحيانا.

تسـود الـرياح الهابة من الجنوب على غيرها من الاتجاهات في الجزر طوال فصل الشتاء. وقد يحدث ولمرات قليلة في الشتاء تغير فجـائي للرياح فتصبـح شمالية مما يؤدي إلى هبـوط مفـاجيء في درجات الحرارة. وتميل الرياح إلى السكون في بداية الصيف لأكثر من ٤٠ يوما تتحول بعدها إلى الهبوب من الشمال أو الغرب طوال هذا الفصل.

ورغم الانتظام الذي عهده سكان الجزر في هبوب الرياح، إلا أن تساقط المطر على النقيض تماما فقد ذكر كبار السن أن الأمطار لم تسقط منذ ثلاث سنوات في جزيرة فرسان كبير فيما عدا بعض الجزر في الشمال كجزيرة السجيد حيث سقطت بعض الأمطار في شتاء ١٩٨٦م. وأضافوا أيضا أن أغزر الأمطار تسقط في نهاية الصيف ويسمـونها صد الخـريف (قـدوم مطر الخريف) وهي أمطار عامة للجزر والساحل وتهامة وتحدث كل عشر سنوات على شكل دورة مناخية، خلافا لأمطار الشتاء المحلية والمتناثرة.

وتؤكد بيانات مصلحة الارصاد لمحطة جيزان[١] ما ذكره سكان الجزر إلى حد كبير، فالذبذبات السنوية للأمطار واضحة تماما، فقد سقط فِي عام ١٩٧٧م ما مقـداره ١٧١,٧ مليمتراً منها ١١٦,٥

(١) التقارير البيئية السنوية لأعوام ١٩٧٧، ١٩٧٨، ١٩٧٩م.

مليمـتراً في شهري ١٠، ١١ كما سقط في عام ١٩٧٩م ١٥٩,٧ مليمتراً، بينما لم تتجاوز الأمطار الساقطة ٢٨ مليمترا في عام ١٩٧٨م.

ويبدو أن ندرة أمطار الشتاء على الجزر يرتبط بأقصى ما تصل إليه مؤثرات البحر المتوسط. ويرى البعض أن مؤثرات الأخير تصل إلى ما دون دائرة العرض ١٧° في البحر الأحمر[١]. ويتفق ذلك مع خط عرض هذه الجزر.

أما الرطوبة النسبية فلا تقل نهايتها العظمى لأي شهر من السنة عن ٩١٪ وقد تزيد إلى ١٠٠٪ وبطبيعة الحال يكثر تكاثف بخار الماء مع وصول الهواء إلى درجة التشبع ومن ثم يتكون الندى بصفة شبه مستمرة طوال العام.

وتؤدي الأمطار القليلة وعمليات تكاثف الندى إلى نمو غطاء نباتي في مساحات متفرقة من الجزيرة وتزداد بدرجة واضحة في بعض المواقع في الشمال حيث تكونت أو تجمعت بعض التربات المتخلفة عن تحلل صخور المنطقة، ويتمثل النبات الطبيعي بغابات شوكية

---

(١) الشريف، عبـدالـرحمن صادق مناخ اقليم جنوب غرب المملكـة العـربية السعودية. مجلة الدارة، العدد الأول، السنة الثانية، ١٣٩٦هـ ص ١٣٨

متباعدة ومتنوعة الأشجار وأهمها السدر، والسلم، والراك، والبشام، والمرخ، والقندل، أما نبات الشورا (المنجروف) فينمو في عدد من المواقع الساحلية وأهمها رأس عبرا على الجانب الأيسر لمصب وادي مطر وخور الميناء (مصب وادي القصار) وراس وخور الجص شمال الجزيرة وأخيرا خليج وراس حصيص.

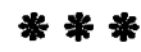
ويشير الجدول الذي قدمه تونل Tonnell عن الحرارة السطحية لمياه البحر الأحمر إلى علاقة مباشرة بين درجة حرارة الهواء وحرارة مياه سطح البحر حيث تصل أعلى درجة حرارة للماء في يوليو ٣١° وذلك في المنطقة المحصورة بين خطي عرض ١٣° و١٧° شمالا بينما تتحرك منطقة أعلى حرارة في يناير شمالا وتكون ٢٧° لتصل إلى خط عرض ١٩° شمالا[1] مما يعني أن المياه المحيطة بجزر فرسان هي من أعلى المناطق حرارة في البحر الأحمر. كما تلعب الأعماق الساحلية الضحلة حول الجزر دورا كبيرا في حدوث تغيرات حرارية يومية وفصلية شاذة تنعكس أيضا على زيادة الملوحة التي تصل هنا ٤٠ بالألف.

وتتعرض الجزر إلى نوعين من التيارات البحرية المدية وغير المدية Tidal and non-tidal currents. فالتيارات المدية أقل أثرا من

(1) Morcos, S.A. Oceanography of The Red Sea, p.96.

التيارات غير المدية في جزر فرسان نظرا لتلاشي الأولى عند خط عرض ١٦° شمالا بينما تنشط التيارات غير المدية متأثرة بالرياح السائدة في سرعتها واتجاهها حيث تتجه التيارات نحو الشمال شتاء وتصل إلى أقصى سرعتها بين ٣٠-٦٠سم/ثا، وفي حالات نادرة إلى ١٠٠سم/ثا[١]. كما تحدث أحيانا في هذا الفصل ظاهرة تجمع المياه Convergence شمال خط العرض ٢٠° نظرا لمقابلة الرياح الشمالية والشمالية الغربية لهذه التيارات مما يؤدي إلى ارتفاعات استثنائية في مستوى سطح البحر.

ويتعرض سطح البحر الأحمر لدورة نصف يومية للمد والجزر تحدث كل ٦ ساعات بالتناوب بين الشمال والجنوب، ويصل مداه ٥٠سم يتناقص تدريجيا في اتجاه الجزء الأوسط من هذا البحر وتجدر الاشارة إلى أن التغير السنوي في مستوى سطح البحر الأحمر قد يصل إلى ٣٦سم[٢] بين فصلي الشتاء والصيف، ويحدث الانخفاض صيفا نتيجة لكل من التبخر صيفا وخروج تيارات سطحية إلى خليج عدن، بينما يحدث الارتفاع شتاء لقلة التبخر ودخول تيارات سطحية لهذا البحر.



---

(1) Ibid, pp. 35-6.

(٢) نتائج الرصد لعامي ١٩٨٣-١٩٨٤م.

التكوينات الصخرية ونشأة جزر فرسان

تبدو العلاقة بطبيعة الحال بين التكوينات الصخرية المكونة للجزر ونشأة هذه الأخيرة مرتبطة ببعضها ارتباطا وثيقا وسوف نحاول دراسة هذه العلاقة عن طريق دراسة هذه التكوينات والقاعدة التي ترتكز عليها لكونها تلقي الضوء على الكيفية التي نشأت بها جزر فرسان، وانعكاس ذلك على معالم السطح في هذه الجزر.

(١) التكوينات الصخرية

يغطي الحجر الجيري الشعابي جميع الجزر بلا استثناء على شكل قشرة رقيقة كثيرا ما حطمتها الانكسارات فأظهرت التكوينات التي ترتكز عليها هذه القشرة أو تغطيها إرسابات مفككة في مواقع متباعدة، ويمكن تلخيص أنواع التكوينات في جزيرة فرسان كبير على النحو التالي:

١ـ الارسابات المفككة:

ويمكن تقسيمها إلى نوعين بحسب أصولها وأحجامها وهي:

أ ـ إرسابات الرمال: وهي تطوق عددا كبيرا من الخلجان الكبيرة

والصغـيرة (شكـل ٦) ومكونة من رمال كلسية خفيفة من حطام الأصداف. وهذه الأخيرة تكاد تشكل ١٠٠٪ من الرمال، فلا أثر إطلاقا لرمال الكوارتز أو أية رمال بصخور نارية ويظهر ذلك جليا في خليج جنـابـة. وقد يختلف هذا التكوين لرمال الشاطىء من منـطقـة إلى أخـرى حسب مصـادر هذه الرمال ففي شمال غرب الجزيرة حيث تنكشف صخور الحجر الجيري والمارل تتكون الرمال الشاطئية من رمال كلسية وحصى دقيق وفتات خشن من بقايا الأصداف.

ب ـ إرسابات الأصداف: وتتوزع هذه الارسابات في مواقع أبعد داخل الجزيرة خلف الشواطىء الرملية وتغطي الشاطىء المرتفع ٣ أمتـار وتتكـون من أصداف بيضاء متنوعة وغير متماسكة ويتراوح سمكهـا بين ٢ـ٣ أمتار وهي عبارة عن أكوام نادرا ما تتصل مع بعضها البعض وتتوزع حول خليج جنابه وساحل جنوب شدا وشبه جزيرة صير في أقصى شمال غرب الجزيرة.

٢ـ الحجر الجيري الشعابي:

يغـطي هذا التكـوين كما سبقت الاشـارة جميع الجـزر تقريبا ويتـألف من حجـر جيري صلب يضم عددا كبـيرا من أنـواع الحفـريات. وفي جزيرة فرسـان كبير ـ كما في بقية الجزر ـ يكون

الحجر الجيري الشعابي، أفقيا أو يميل ميلا خفيفا، وعادة ما يكون شديد التصدع. وقد أظهرت الصدوع أنه يغطى - بعدم توافق - سلاسـل من حجر جيري مارلي في بعض المواقع، حيث تفصل بينهما طبقة من الحصى المكونة من الحجر الجيري.

٣ـ سلاسل الحجر الجيري المارلي والمارل:

سمحت كل من ميول الحجـر الجـيري الشعـابي والصـدوع بانكشاف سلاسل من الحجر الجيري المارلي في مواقع منعزلة على الجزر، وكما يظهر من القطاع الذي نحتته الأمواج في جبال الأصباح (جنوب قرية الحسين) فهي تتكون على النحو التالي:

- حجر جيري شعابي عند القمة،ويليه:
- حجر جيري أبيض.
- حجر جيري مارلي أصفر وقرنفلي مع سافات من الطين.

وتنكشف طبقات من المارل الأبيض في رأس حصيص فقط على جزيرة فرسان كبير. وكان ماكفايدن MacFayden أول من أشار إلى هذا الموقع واحتوائه على بقايا سمكية ودياتومية غزيرة (Fish-Diatom) وأشار إلى أنها لندرتها يمكن أن تكون عبارة عن اندساسات عدسية ضمن سلسلة الحجر الجيري المارلي[١].

---

(1) Mac Fayden, W.A., 1930 a, op.cit., p.314.

٤ـ سلاسل الطين والجبس والانهدريت:

وتنكشف هذه التكوينات في شمال جزيرة فرسان كبير وتعرف عند السكان بمنطقة الجص ويختلف سمك هذه التكوينات من منطقة لأخرى نظرا لارتباطها ببنية قبابية ملحية في هذا الجزء من الجزيرة.

استعرضنا أعلاه أهم التكوينات المنكشفة في جزيرة فرسان كبير، إلا أن السمك الكلي لها يختلف باختلاف الدارسين لهذه الجزر فقد أشار ماكفايدن إلى أن السماكات التي أعطاها للتكوينات المنكشفة ليست نهائية نظرا لعدم معرفة أساسها غير المكشوف. ووصل مجموع سمك التكوينات المنكشفة ٨٥ مترا منها ١٥ مترا لصخور الحجر الجيري الشعابي[١]. ونتيجة لذلك كان لابد من اللجوء إلى الاستعانة بالمعلومات التي توفرها الآبار المحفورة لتحديد سمك وقاعدة التكوينات التي تشكل جزر فرسان.

لقد وجد أن أقدم بئر اختبارية عميقة حفرت في الجزر كانت في جزيرة رفاف للبحث عن النفط وذلك بين عامي ١٩٢٦ـ١٩٢٧ وصل عمقها ٤٧٠مترا منها ١٢٠مترا من الحجر الجيري المرجاني والحجر الجيري المارلي والمارل في قمة القطاع أما الباقي وحتى قاع البئر فقد كان من الملح الصخري.

(1) Ibid., p. 312-14.

أما سكيبوذ[1] P.Skipwith فقد أشار إلى أن سمك الحجر الجيري الشعابي والحجر الجيري المارلي يتراوح بين ٤٢ـ١٣٦ مترا، بينما يتراوح سمك الطين والجبس والانهيدريت بين ٢٠ـ١٨٠ مترا.

ويبدو أن سمك كل تكوين في هذه الجزيرة لم يحدد بعد بشكل دقيق، ورغم حفر العديد من الآبار إلا أنه مايزال بحاجة إلى عمل المزيد من القطاعات الجيولوجية لها حتى يتسنى كتابة التاريخ الجيولوجي لهذه الجزر بشكل أفضل.

وبالاضافة إلى ما سبقت الاشارة إليه عن أثر البنية القبابية الملحية في الاختلاف الكبير في سمك التكوينات الصخرية من موقع لآخر في الجزيرة إلا أنه من المحتمل أيضا أن يرجع ذلك في جزء منه إلى تعرض هذه الجزيرة وغيرها لعمليات تعرية أدت إلى إزالة قسم كبير من سمك هذه التكوينات قبل مرحلة نمو الشعاب المرجانية فوقها.

(٢) نشأة جزر فرسان

لم يكن واضحا حتى عهد قريب الكيفية أو القاعدة التي ترتكز عليها جزر فرسان مما دفع عدد من الباحثين للتساؤل عن الكيفية

---

(1) Skipwith, p. 1973: The Red Sea and Coastal Plain of the kingdom of Saudi Arabia. Dir. Gem. Min. Resourcs, Techn. rec. TR-1973-1, p.149, Jiddah.

التي نشأت بها هذه الجزر خاصة وأن غالبية الجزر المرجانية في العالم إنما نمت فوق مخاريط بركانية وهذه الأخيرة ليس لها وجود في جزر فرسان وعلى الأقل في الجزر الرئيسية منها.

ونلاحظ من خلال نظرة سريعة على الموقع الجيولوجي لهذه الجزر أنها تقع على الرصيف الشرقي للبحر الأحمر الجنوبي حيث يفصلها عن جزر دهلك، الواقعة على الرصيف الغربي، الاخدود المحوري لهذا البحر.

وقد أدى وجود الرصيف البحري للبحر الأحمر قريبا من مستوى سطح البحر إلى أن دفع العديد من الباحثين في الخمسينات من هذا القرن إلى الافتراض بأن هذا الرصيف يقع فوق صخور الدرع العربي، وفي ذلك الوقت لم يكن سمك الرواسب معروفا في كثير من المواقع لكثير من الباحثين وذلك لإثبات أو نفي هذا الافتراض، فقد ذكر جلشير[1] أن الشعاب المرجانية في جزر فرسان قد نمت فوق ظهور ضيقة للدرع العربي.

ورغم أن ماكفايدن[2] قد أشار بأن جزر فرسان تدين بنشأتها إلى نهوض شط بحري ضحل يوازي محوره اتجاه البحر الأحمر إلا أنه لم

(1) Guilcher, A., 1955, Op.cit, p.16-62.

(2) Mac Fayden, W.A., 1930 a.Op.cit.,p.314.

يقدم شرحا مفصلا لذلك. بينما كان للدراسات الحديثة التي اهتمت بدراسة البحر الأحمر الدور الأكبر في إلقاء الضوء على نشأة هذه الجزر، فقد أشارت إلى نوع التكوينات والبنية الجيولوجية التي ترتكز عليها هذه الجزر كما يلاحظ من الجدول التالي[1]

جدول رقم (١) أعماق الآبار الاختبارية والنوع الصخري السائد في جزر فرسان

موقع البئر	خط العرض	خط الطول	مجموع الأعماق بالمتر	النموذج الصخري لقاعدة البئر
راس حصيص (١)	°١٦,٧	°٤٢,١	٢٤٥	ملح
راس حصيص (٢)	°١٦,٨	°٤٢	١٦٥	ملح
سجيد (٥)	°١٦,٨	°٤١,٨	١٩٣	ملح
فرسان (١)	°١٦,٧	°٤١,٩	٣٠٠	ملح
فرسان (٢)	°١٦,٨	°٤١,٨	١٩٣	ملح

ويوضح الجدول أعلاه أن الملح الصخري يكون قاعدة الجزر في جميع الآبار المحفورة رغم تفاوت أعماق الحفر. وتشير بعض

---

(1) Hall, S.A., et al., Total Intensity Magnetic Anomaly Map of the Red Sea and Adjacent Coastal Areas, a Description and Preliminary Interpretation in General Resources Bulletin 22, Red Sea Research. 1970-1975, Jiddah 1977, p.F9.

الآبار المحفورة جنوب غرب الجزر بـ ١٠٠كم إلى سيادة الملح على عمق ٣٨٦٧مترا[١]. كما أشار كثير من الباحثين أمثال روس[٢] D.A.Ross وكولمان[٣] R.G.Coleman إلى أن سمـك طبقـة المتبخرات تتراوح بين ٣-٤كيلومترات وسمك مجموع الرواسب فوق قشرة البحر الأحمر يتراوح بين ٤-٥كيلومترات.

وكـان ديجـوليه De Golyer ومـاكناوتـون Mac Naughton ١٩٥٣[٤] أول من أشـار إلى أثر الانبثاقات الملحية في نشأة جزر فرسان وان هذه الانبثاقات قد أعطت الجزر أبرز مميزاتها.

وقد أظهرت دراسة جيتنج (M.E.Gettings) ما أشار اليه ديجوليه وزميله[٥] من تحليله لخرائط الجاذبية والمغناطيسية لتهامة عسير وجزر فرسـان. وذكـر أن هنـاك شذوذ في الجـاذبية ناتجـة عن سُمـك المتبخـرات. والشذوذ السالبة في جزر فرسان ناجمة عن التغير في سمك الرواسب الداخلة في القطاع الجيولوجي للمنطقة.

---

(1) Idem.

(2) Ross, D.A. & Schleo, J., Shallow Structure and Geologic Development of the Southern Red Sea, Mineral Resources Balletin 22, Red Sea Research, 1970-1975, Jiddah 1977, P.E.11.

(3) Coleman G. Fleck, R.J. Hedge, C.E. and Ghent, E.D., The Volcanic Rocks of Southwest Saudi Arabia and the opening of the Red Sea, Mineral Reseources Bulletin 22, Red Sea Research, 19701975, Jiddah 1977. p.C2.

(4) De Golyer & Mac Nauglton, 1953, op.cit.p.

(5) Getting, M.E., Op.cit., P. K8-10.

ويمكننا الاعتماد على عدد من الأدلة التي أشار اليها بعض الدارسين[1] حديثا تؤيد ربط نشأة الجزر بتطور البحر الأحمر ومن أهمها:

١- الجزر الرئيسية في مجموعة جزر فرسان تتوافق مع اتجاه محور البحر الأحمر.

٢- أن معظم خطوط تساوي الأعماق تتوافق مع الاتجاه الانكساري للبحر الأحمر.

٣- أن توزيعات الحقول المغناطيسية والجاذبية تشير إلى قيم منخفضة في الجزر وقيم مرتفعة في الأغوار المحيطة بالجزر وهذا يؤكد انبثاق الملح على شكل طولي تحت الجزر ومتفق مع اتجاه الخطوط التكوينية.

ونستطيع الآن وبعد أن رجح لدينا أثر العامل البنيوي والتكتوني في نشأة جزر فرسان أن نتتبع مراحل هذه النشأة وتتابعها الزمني حتى الزمن الرابع. على أن نستكمل في نهاية البحث مراحل تطور الجزر خلال الزمن الرابع لارتباط ذلك بعمليات الرفع الحديثة والحركات الايوستاتية التي انعكست آثارهما في المورفولوجية الحالية للجزر.

---

(1) Dabbagh, A. et al., 1984. Op.cit., p.217-18.

- علاقة جزر فرسان بتطور البحر الأحمر:

قامت شركة بترول الخليج في عام ١٩٦٦م بمسح مغناطيسي مفصل لـ ٦٠ قطاعا على الحافة الغربية للبحر الأحمر بين دائرتي عرض ١٤,٥°و١٦°. كما نشرت الولايات المتحدة مشروع المغنطة في عام ١٩٦٨م لثمانية قطاعات من الساحل السعودي إلى الساحل الأثيوبي عند دائرة عرض ١٨° شمالا وكان ذلك بهدف الحصول على معلومات عن تاريخ توسع قاع البحر الأحمر.

وقد قام جيردلر Girdler ١٩٧٤م[1] بتحليل تسعة قطاعات من شركة الخليج وقطاعين من مشروع المغنطة وتبين له وجود تماثل في الشذوذ المغناطيسي على جانبي قشرة قاع البحر الأحمر سواء على الرصيف الشرقي أو على الرصيف الغربي ويعتبر ذلك دليلا على توسع قاع البحر الأحمر.

وكان جيردلر قد اعتمد إضافة إلى ذلك عدة بيانات كسمك الرواسب، وقطاعات الانكسار الزلزالي وتبين له وجود قشرتين محيطيتين أولاهما قديمة، وتقع على عمق ٥كيلومترات وتمتد أسفل الأرصفة البحرية في طرفي البحر الأحمر وعمرها ٤١-٣٤مليون سنة

(1) Girdler, R.,W. and Styles, P, 1974 Two stage Red Sea floor spreading, Nature, V.247, p.8.

قبل الآن. وتمثل مرحلة قديمة لتوسع البحر الأحمر بمعدل ٤,١سم سنويا. والثانية حديثة وتقع على عمق كيلومترين، ومحددة بالأخدود المحوري وتمثل المرحلة الحديثة[1] كما تشير إلى ذلك خطوط تساوي الأعمار شكل (٢).

وبناء على ما تقدم وحسب ما يراه كثير من الباحثين[2] يمكن وضع تاريخ جيولوجي لتطور البحر الأحمر، ومن ثم ربطه بنشأة جزر فرسان، وذلك على النحو التالي:

١ـ حدثت أول حركات صدعية رئيسية في الأيوسين (الأسفل - الأوسط) تحدد فيها طول واتجاه البحر الأحمر.
٢ـ تبع ذلك مرحلة رئيسية لتوسع قاع البحر الأحمر حدثت في نهاية الأيوسين وبداية الأوليجوسين وتكونت خلالها القشرة المحيطية القديمة التي تشغل معظم مساحة البحر الأحمر.
٣ـ ترسب سمك هائل من المتبخرات خلال فترة هدوء طويلة استمرت ٣٠ مليون سنة، وتغطي هذه المتبخرات حاليا القشرة المحيطية القديمة فقط للبحر الأحمر.
٤ـ بدأت مرحلة جديدة من النشاط التكتوني واتساع البحر الأحمر منذ حوالي ٥ مليون سنة وتغيرت البيئة الرسوبية فجأة عند نهاية الميوسين حيث ترسبت تكوينات الأوز البحري Marine ooze

(1) Ibid., p.9.
(2) Hall, S.A., et al., Op. cit. p.F9.-13. and Ross, D.A. & Schlee, J., Op.cit, pE 13-16.

والمارل بدلا من المتبخرات عندما اتصل البحر الأحمر بخليج عدن والمحيط الهندي عبر مضيق باب المندب وتكونت قشرة محيطية جديدة تشغل الأخدود المحوري الضيق.

وكما ذكر كل من جيردلر Girdler ووايت مارش Whitmarsh (١) فقد سببت المرحلة الجديدة للتوسع وتطور الأخدود المحوري اضطرابا هائلا للرواسب وخلقت وضعا عديم الاستقرار حينما تكسرت القشرة المحيطية القديمة والرواسب التي فوقها (شكل ٣).

ويتضح من خلال ما تشير إليه نواتج هذه المرحلة أن جزر فرسان قد برزت فوق سطح البحر خلال المرحلة الثانية لتوسع البحر الأحمر، أي في الخمسة ملايين سنة الأخيرة بعد أن سمحت ظروف الترسيب بتكوين رواسب المارل البليوسيني. ومما يؤكد أيضا استمرار بروز هذه الجزيرة وارتفاعها بالتحديد خلال البلايستوسين وجود المارل البليوسيني على مناسيب مرتفعة فوق الجزيرة تغطيها صخور الحجر الجيري الشعابي البلايستوسيني وتصنف بعض الدراسات(٢) الأخدود المحوري للبحر الأحمر ضمن المناطق النشطة زلزاليا وأن عملية التوسع فيه لاتزال مستمرة. وهذا بدوره

---

(1) Girdler, R.W., and Whitmarsh, R.B. Rep. Deep Sea Drilling Project, 23 (in the Press).

(2) Fairhead, J.D., and Girdler, R.W., 1970, Phil. Trans. R. Soc., A 267,49.

ينعكس على البنية الجيولوجية والمورفولوجية للجزيرة حاليا وفي المستقبل.

وهكـذا فإن تطور البحـر الأحمـر وتوسعه في البلايستوسين قد ساهم في حركة الرفع التي تعرضت لها الجزر ولذلك فإن العامل التكتـوني قد تحكم بالـدرجة الأولى في بروز الجزر وحدد موقعها وأبعادها وأشكالها الرئيسية العامة والتي لاترتبط بأي حال بأشكال السواحل الحالية لها.

الخصائص البنيوية وأهم الظاهرات المرتبطة بها في جزيرة فرسان كبير

تعتبر الانكسارات من أهم الخصائص البنيوية المميزة لجزيرة فرسان كبير وقد اكتسبت هذه الأهمية من انتشارها الواسع في مساحة محدودة كما ينتشر عدد من القباب الملحية، ونادرا ما تظهر الالتواءات التي يمكن ملاحظة عدد منها في الجزر المجاورة كجزيرة سجيد وجزيرة زفاف.

وقد أثرت بنية جزيرة فرسان كبير بشكل واسع على مظاهر السطح في هذه الجزيرة سواء كان ذلك بطريقة مباشرة أو غير مباشرة وسوف نتناول بالبحث كلا من الخصائص البنيوية والظاهرات (الأشكال) المرتبطة بها بشيء من التفصيل.

١ ـ الخصائص البنيوية:

على الرغم من صغر مساحة جزيرة فرسان كبير إلا أنها تحتوي على عدد كبير من الانكسارات وكما يتضح من الشكل (٤)، تنحصر معظم الانكسارات في اتجاه شمال الشمال الغربي واتجاه الشمال الغربي، بينما تعتبر الانكسارات الشمالية الجنوبية أقل انتشارا من سابقتها، أما الانكسارات الشرقية الغربية والانكسارات

الشمالية الشرقية فهي نادرة في الغالب. ورغم ما قد يشير إليه تعدد الانكسارات من تباين القوى المؤثرة في المنطقة إلا أن كثيرا منها قد نشأ عن عوامل محلية. ويرى البعض[1] أن البنيات الانكسارية الثانوية جعلت تحديد الاتجاهات التكتونية الرئيسية عملية صعبة ومن المرجح أن الأخيرة تتوافق مع اتجاه البحر الأحمر.

ويتوزع عدد من البنيات القبابية في جزيرة فرسان كبير، تقع الأولى منها في شمال غرب قرية الحسين (شمال غرب فرسان) والثانية في راس حصيص (شكل ٤)، كما توجد قبة كبيرة شمال غرب جزيرة السجيد[2]. اضافة إلى طيات صغيرة وقليلة في جزيرة زفاف[3]. وفيما عدا ذلك فإن بنية الطبقات في الجزيرة غالبا ما تكون أفقية وفي بعض الحالات تميل في اتجاه الشمال الشرقي.

وكان ديجوليه De Golyer وماكناوتون Mac Naughton ١٩٥٣[4] قد أشارا إلى أثر التدفقات الملحية في عمليات النهوض الحديثة على الجزر وكذلك التكسير الملحوظ والمميزات البارزة لجزر فرسان.

---

(1) Dabbagh, A., et al., 1984, Op.cit., p.217.

(2) Brown, G.F., 1972, Tectanic Map of the Arabian Peninsula Mineral Resources, Jiddah.

(3) Mac Fayden W.A., 1930 a, Op.cit. p.314.

(٤) انظر البحث صفحة ٢٦.

كما أشار حديثا عدد من الدراسات إلى أثر الانبثاقات الملحية في تكتونية الجزر حيث يرى دباغ وآخرون[1] أن العامل الرئيسي المسئول عن خلق بنيات انكسارية حاليا هو التدفق الملحي المرتبط - على الأقل في جزء منه - بعمليات الانزلاق المتعلقة بالجاذبية الأرضية.

ومما لا شك فيه أن الملح الذي تحتوي بلوراته على كمية من المياه المحبوسة يستطيع بسبب ليونته حقن الغطاء الصخري مكونا قببا ملحية، وأقرب مثال على ذلك القبة الملحية التي تكشفت نواتها في مدينة جيزان المجاورة. ولكننا نلاحظ أن التكوينات الصخرية التي يتألف منها العمود الجيولوجي لهذه الجزر[2] - ومنها الجبس والانهيدريت - يشكلان قاعدة هذا العمود الذي يرتكز على الملح الصخري. ومن المعروف عن خصائص الانهيدريت أنه يتميأ Hydration (يتحد مع الماء)، ويتحول بسهولة إلى جبس ويتطلب هذا التحويل زيادة في الحجم تصل إلى ٦٠٪. وينعكس ذلك بحدوث انتفاخات في الغطاء الصخري على شكل ثنيات أو التواءات. وبناء على ذلك يحتمل أن تكون هذه العملية قد قامت

---

(1) Dabbagh A. et al., 1984, Op.cit. p.216.

(٢) انظر البحث صفحة ٢٢-٢٣.

بدور ما على الجزر، أو على الأقل قد ساهمت في زيادة التكسير الذي تعرضت له الشعاب المرجانية الصلبة المائلة أحيانا والمتفاوتة في منسوبها أحيانا أخرى.

ونخلص أخيرا إلى أنه ربما ساهمت كل من عمليات تطور الأخدود المحوري للبحر الأحمر والانبثاقات الملحية وعمليات تميؤ الانهيدريت والتي مازالت تعمل كلها مجتمعة في خلق اضطراب تكتوني جعل من الصعب اللجوء إلى أي منها لتفسيره.

٢ـ الظاهرات (الأشكال) البنيوية:

نتج عن تجاور وتقاطع بعض الانكسارات عدد من الظاهرات البنيوية تمثل أهمها في وجود بعض الأغوار أو المنخفضات الانكسارية من مختلف المقاسات استغلتها الأودية[١] في معظم الحالات ويمكن ملاحظة ذلك في منطقة خلة، ورأس الجص، ومنخفض الحسين ووادي مطر ووادي الخور (القصار).

ففي ساحل خلة أدت الانكسارات المتعامدة على خط الساحل إلى خلق بنيات انكسارية أخدودية[٢] (نجود وأغوار) من نموذج أصابع البيانو، مما دفع مياه البحر إلى التوغل داخل اليابس على

(١) انظر أهم خصائص هذه الأودية في البحث صفحة ١٣.

(٢) انظر البحث صفحة ١٢.

هيئـة خلجـان ضيقـة ومتـطاولـة (تشبه في شكلها العام سواحل الفيوردات) (شكـل ٥ أ ـ ب). ثم ما لبثت أن هوجمت جوانبها بالاذابـة الكـارستية بماء البحـر (صـورة ٢) حيث توغلت عملية التقويض السفلي تحت النجود الضيقة مما أدى إلى خسف الأخيرة وتكـوين شقـوق عرضية موازية لخط السـاحـل (شكل ٥ جـ)، (صورة ٣).

أما أعرض هذه الخلجان فقد استغل من قبل وادي خلة الذي تجري فيه بعض السيول القليلة والتي نادرا ما تصـل إلى ساحـل البحـر، إما بسبب ندرة الأمطار أو لتسربها داخل صخور الحجر الجـيري الشعـابي عالي النفـاذية، أو بسبب الشقوق التي سببتها الانكسـارات الطولية التي ساهمت في نشأة الوادي (شكل ٤) أو العـرضية التي غالبـا ما تسرب الجـزء الأعـظم من هذه السيول (صورة ٤) وبناء على ذلك يمكن اعتبار وادي خلة واديا انكساريا يصب في خليج انكساري أطلقنا عليه تجاوزا مسمى خـــور.

وأخيرا فإن هذه الظروف قد تنطبق بشكل ما على منطقة راس الجص شمال جزيرة فرسان.

كما أدت الانكسارات الشمالية ـ الجنوبية، والشمالية الغربية ـ الجنوبية الشرقية إلى تكوين المنخفض الأخدودي (Graben) لوادي

الحسين الواقع إلى الجنوب والجنوب الغربي من قرية تحمل نفس الاسم (شكل ٤). وفي هذا المنخفض ـ المفتوح أيضا في اتجاه البحر ـ ساهمت عدة انكسارات طولية ممتدة بموازاة المنخفض بتكوين مدرجات صخرية انكسارية على الجانبين، (صورة ٥، ٦). ولا يمكن بطبيعة الحال تقرير نشأة هذه المدرجات عن ازدياد تعمق وادي الحسين ـ الذي نشأ مستغلا هذا المنخفض ـ نتيجة توالي هبوط مستوى سطح البحر. وتشير الجوانب القائمة لهذا الوادي والمقوضة من الأسفل (كما في بقية الأودية الأخرى) إضافة إلى البقع المتناثرة من إرسابات الطين (مستغلة زراعيا) إلى القحولة السائدة على المنطقة أو حداثة تكوين المنخفض.

أما في كل من وادي مطر (المحرق) ووادي القصار ـ وهما من أهم الأودية في الجزيرة ـ فقد تحددت مجاريها بعدد من الانكسارات التي أعطتهما شكلهما الحالي (شكل ٤). ورغم ما قد يبدو من خلال النظر للصور الجوية من اتصال الواديين معا ووقوعهما على استقامة واحدة إلا أن لكل منهما حوضه الخاص. ويعتبر خط العرض المار في منتصف المساحة بين قريتي القصار والمحرق بمثابة خط تقسيم المياه بين حوضيهما. بينما ساهم خط انكساري يصل بين مصبي الواديين في تحديد مجاريهما الرئيسية.

وعلى الرغم من الاستواء الواضح لمنطقة منابع وادي القصار إلا

أنـه يمكن تتبع روافده إلى الشرق من قرية فرسان، حيث يتجه لبضعة كيلومترات نحو الجنوب والجنوب الشرقي مارا بقرية القصار وبدلا من استمراره في الاتجاه السابق يغير مجراه فجأة نحو الشمال والشمال الشرقي بزاوية حادة ليصب بعدها في منطقة الخور (الميناء الحـالي)، ويتضـح من خلال الخـريطة البنيوية (شكـل ٤) دور الانكسار سواء في تحديد اتجاهه السابق أو اتجاهه اللاحق. ويبدو من خلال الأدلة المتوفرة أنه لايمكن حاليا الوصول إلى قناعة تامة حول ما إذا كانت الانكسارات قد لعبت الدور الأكبر في تغير اتجاه الوادي أو أن حادثة أسر نهري قد تمت لصالح واد يصب في الخور الأقرب موقعا من مصب وادي مطر.

أما وادي مطر ـ الذي يطلق عليه في مجراه الأعلى اسم وادي المحرق ـ فإنه يستمد مياهه من منطقة محدودة تقع إلى الغرب من قرية المحـرق (شكـل ٦). حيث تتجمع مياه الأمطار النادرة في روافد صغيرة على هيئة سيل يسميه السكان سيل المحرق. وقد تبين من خلال الـدراسـة الميدانية أن هذا السيل لايصـل إلى الوادي الـرئيسي (وادي مطر) حاليا كما لم يثبت ذلـك أيضـا من خلال الاستفسارات العديدة لبعض كبار السن. ووجد أن مياه السيول تتسرب إمـا في شقـوق تكتـونية أو بالوعات كارستية جنوب قرية المحـرق، أو تستغلهـا بعض مزارع القـرية المذكورة. وهنا يدور

التساؤل عن الكيفية أو النشأة التي تكون فيها وادي مطر خاصة وان اتساعه لايقل بأي حال عن ٢٠٠-٥٠٠ متر وبطول يزيد على ستة كيلومترات. ويبدو أن الاجابة على هذا التساؤل تكمن في إحدى الاحتمالات التالية:

١- الاحتمال الأول أن يكون وادي مطر هو المجرى القديم لوادي القصار وهذا الاحتمال يرجح تعرض الوادي الأخير لعملية الأسر النهري التي سبقت الاشارة اليها. وبذلك استطاعت المياه (نتيجة لاتساع الحوض) قديما من تطوير هذا الوادي.

٢- الاحتمال الثاني أن يكون الوادي قد نشأ نتيجة لبنية أخدودية ضيقة خاصة وأنه يتماشى مع الانكسارات الشمالية الجنوبية (شكل ٤)، ومما يضعف هذا الرأي وجود الرواسب السيلية التي تفترش بطن الوادي وتشير إلى عملية الجريان.

٣- الاحتمال الثالث أن يكون الوادي قد تطور نتيجة غمر بحري انكساري على شكل شرم أو ممر مائي يصل بين مصب هذا الوادي ومصب وادي القصار في منطقة الخور شمالا.

وهناك عدة مؤشرات قد ترجح الاحتمال الأخير أولها أن منسوب بطن الوادي لايزيد عن ثلاثة أمتار فوق مستوى سطح البحر.

وثانيها انتشار بقايا أشكال معزولة ناشئة عن الذوبان تشبه المسلات البحرية المقوضة بالنحر السفلي. وتقع حاليا قرب مصب الوادي على بعد نصف كيلومتر من الساحل (صورة ٧). أما المؤشر الثالث فهو الاتساع الكبير للمجرى الأدنى من وادي مطر ووادي القصار وخاصة عند المصب (شكل ٦) والذي يصعب تفسيره دون مساهمة تعرية بحرية بعملية الإذابة الكارستية عند مستوى أعلى للبحر وأخيرا لاتزال منطقة الخور (مصب وادي القصار) مغمورة بمياه البحر وهي مثال جيد لعملية غمر بحري لأخدود انكساري.

وحتى يمكن الوصول إلى رأي نهائي في نشأة وادي مطر وعلاقته بوادي القصار، أو الخور فإنه لابد من إجراء المزيد من الدراسة والبحث عن أدلة لاتتوفر حاليا حول هذا الموضوع.

ولا بد قبل الانتهاء من موضوع الظاهرات البنيوية الاشارة إلى الانتشار الواسع لظاهرة الشقوق الأرضية عموما والمفتوحة منها بشكل خاص. ويمكن تصنيفها إلى نوعين من الشقوق: أولها تكتوني وهو ما نحن بصدده الآن والآخر انزلاقي ـ ذوباني سنعالجه فيما بعد[1] . وتختلف امتدادات هذه الشقوق بين بضعة عشرات

---

(١) انظر البحث صفحه (٦٠).

الأمتار إلى مئات الأمتار، أما اتساعها وعمقها فيتراوح بين ١-٣ أمتار و٢-٨ أمتار على التوالي.

وقد ساهمت الإنكسارات في نشأة هذه الشقوق ورغم عمق الشقوق في كل من صخور الحجر الجيري الشعابي السطحية والحجر الجيري المارلي الأعمق إلا أنها في الأخيرة لاتعدو كونها انفكاك في الطبقات الصخرية، بينما طورت التعرية السطحية شقوق الحجر الجيري الشعابي عند السطح وخاصة بعمليات الاذابة الكارستية.

وهكذا نخلص مما سبق إلى أن الخصائص البنيوية في جزيرة فرسان قد انعكست بشكل مباشر على مظاهر السطح فيها. فالبنيات القبابية لاتزال تمثل مرتفعات الجزيرة في عدة حالات والأودية لم تكن لتتشكل أيضا لولا البنيات الانكسارية الأخدودية المنتشرة على سطحها ومع ذلك لم تستطع هذه الأودية أن تطور شبكاتها خارج حدود هذه البنيات لأسباب متعددة، وربما كان للخصائص الصخرية والجفاف أكبر الأثر في ذلك ولا يمكن على ضوء المعطيات الحالية تصنيفها ضمن أي من أنماط التصريف النهري.

الأشكال الجيمورفولوجية الساحلية

تتعدد الأشكال الجيمورفولوجية الساحلية في جزيرة فرسان كبير على الرغم من صغر مساحتها، وكما سبقت الاشارة[1] فإن أهم الظاهرات المنتشرة على سواحل الجزيرة تتمثل في ظاهرات نحتية وأهمها الجروف البحرية ومدرجات الاذابة والخسف وظاهرات نحتية إرسابية أهمها الشواطىء المرتفعة وظاهرات إرسابية وأهمها الحواجز الصدفية والشواطىء الرملية.

ونظرا لكون هذه الدراسة شاملة للسمات الجيمورفولوجية للجزيرة فإننا سنتناول بإيجاز دراسة وتحليل الأشكال السائدة معتمدين على عينات لمواقع في الجزيرة موزعة توزيعا جغرافيا يمكن من خلاله إبراز أهم الفوارق المورفولوجية لهذه الأشكال والتي سيحاول الباحث تفسيرها من خلال هذه الدراسة.

أولاً ـ الجروف البحرية:

بناء على الظروف البنيوية التي كونت جزر فرسان فإنه من المتوقع أن نرى سيادة للجروف البحرية على جميع سواحلها. وعمليا تشكل الجروف البحرية النشطة ما نسبته ٥٥,٣٪ من سواحل

(١) انظر البحث صفحة ١٥ـ١٧.

جزيرة فرسان كبير التي يصل طولها إلى ١٨٩,٦ كيلومتراً. بينما يشغل الجزء الباقي شواطىء رملية. ونستطيع أن نقول أنه حتى هذه الأخيرة قد طوقتها الجروف البحرية المهجورة التي حالت تراكمات المواد الشاطئية دون وصول الأمواج إليها (شكل ٦).

وبناء على سيادة الحجر الجيري الشعابي في المنطقة فإن الجروف البحرية قد تشكلت فيها وفي حالات نادرة تشكلت الجروف البحرية في صخور الحجر الجيري المارلي حيث سمحت الظروف البنيوية بانكشاف هذا التكوين عند خط الساحل كما هو الحال في جبال الأصباح إلى الجنوب من قرية الحسين. وسنقدم فيما يلي وصفا للقطاعات التي عملت أثناء الدراسة الميدانية لعدد من المواقع في جزيرة فرسان كبير تليها محاولة لتفسير أشكال هذه القطاعات عن طريق دراسة أثر التعرية البحرية وتفاوتها بين موقع وآخر والعوامل المؤثرة فيها.

١ ـ جروف ساحل صير:

تتوزع هذه الجروف في الساحل الشمالي والشمالي الشرقي لقريتي الحسين وصير وقد تشكلت في صخور الحجر الجيري الشعابي ويمثل تتابع القطاع التالي أكثر الحالات انتشارا على هذا الساحل: (شكل ٧).

١ـ عتبة نحت بحري من الحجر الجيري الشعابي يتباين اتساعها كثيرا بين قسم وآخر ويتراوح بين ٥٠ـ٥٠٠ متر حيث يزيد عرضها في الخلجان بينما يقل في الرؤوس وذلك على عكس ما يتوقع في عتبات النحت البحري. أما عمق الماء الذي يغطيها فيتراوح بين بضعة سنتيمترات إلى أكثر من ١٥٠ سنتيمترا عند حافتها البحرية ويظهر سطح العتبة خال من الرواسب تماما بينما تشرخه الشقوق إلى رقعات منفصلة تتراوح أبعادها بين ١٠ـ٢٠مترا.

٢ـ جرف بحري يرتفع ٣ أمتار فوق علامة المد العالي وتشغله فجوة Notchعند قاعدته يغطيها طبقة رقيقة من الأشنات الخضراء تصل إلى أقصى عمق لها عند ملامستها لمستوى سطح البحر وتعلوها شرفة وصل امتدادها ٤,٧٠مترا وتتراوح وسطيا بين ٤ـ٥ أمتار. (صورة رقم ٨).

٣ـ يلي الجرف البحري مسطحات واسعة من الحجر الجيري الشعابي تكون الشاطىء المرتفع ٣ـ٤ أمتار وفي حالات كثيرة تقطع هذا الشاطىء شقوق متوازية مع خط الساحل أو متعامدة عليه اذا ما غير الأخير اتجاهه. وفي الحالة الأولى فإن الشقوق الموازية تكون سلسلة متعاقبة من الشقوق تبتعد عن بعضها ما بين ١٠ إلى ١٥مترا قرب خط الساحل، تزيد إلى

٥٠ـ١٠٠متر نحو الداخل. (صورة ١٠). أما عرضها فيتراوح بين بضعة سنتيمترات إلى أكثر من متر واحد ومن الملاحظ وجود تناسب طردي بين زيادة اتساع هذه الشقوق وانحدار السطح نحو البحر. (شكل ٨). وفي الحالات الأخرى ـ عند تعامد الشقـوق مع خط السـاحل ـ تتسع الشقوق بشكل كبير مع تغلغل مياه البحر فيها وتتحول إلى ممرات مائية وكهوف بحرية تنهـار أسقفها في كثير من الحالات. (صورة ٩). وتبدو هذه الحالة أكثر نموذجية في الساحل الشمالي لخلة التي وان كانت تختلف عن جروف صير في أنها ليست محمية إلا أن عتبة النحت البحـري الممتـدة أمـام جروفهـا تساهم في زيادة تطور هذه الكهوف والممرات.

وفي حالات نادرة يوجـد جرفـان متتـابعان عند خط الساحل (شكل ٩) يصل ارتفاع الجرف الأول متر واحد ويتكون من فجوة تتفق ومستـوى المـد العالي وشرفة يعلوها مسطح صخري يلتقي بقاعدة الجرف الثاني عند منسوب ٣, ١متر. ويختلف ارتفاع الجرف الثاني بين منطقة وأخرى ونادرا ما يزيد عن ٣ أمتار.

وتخلو قاعدة الجرف من أية آثار لوجود فجوات ناجمة عن التعرية البحرية (صورة ١١).

٢ـ جـروف خليج جنـابـه :

يتضـح من خلال الخريطة الجيمورفولوجية (شكل ٦) توزيع الجروف البحرية النشطة في شمال وجنوب خليج جنابة بينما ابتعدت هذه الجروف في صدر الخليج ـ نتيجة لتراكم شاطىء رملي ـ عن البحـر وأصبحت مهجورة الآن ويتتابع القطاع الذي عمل لهذه الجروف في جنوب قرية فرسان على النحو التالي: (شكل ١٠):

١ـ عتبة نحت بحري ضيقة مكونـة من الحجر الجيري الشعابي تنحـدر تدريجيا من عمق ٠,٥ متر أو أقل عند الساحل إلى ٣٠ـ٤٠ مترا في وسط الخليج. وتتغطى في بعض مواقعها بطبقة رقيقة من الطين.

٢ـ تعلو العتبة السابقة جروف من الحجر الجيري الشعابي مقوضة بعمق على شكل فجوة مكونة من تقويضين فوق سطح البحر (صورة ١٢) وتقويضة ثالثة عند القاعدة الملامسة مباشرة لميـاه البحر كما تظهر في منطقة البلل آثار قليلة لاشنات خضراء.

٣ـ تعلو الجرف مسطحات واسعة ترتفع تدريجيا من قمة الجرف لأقل من ٣ أمتار نحو الداخل. وتكون هذه المسطحات التي تتغـطى بقشرة رقيقـة من التربة الخشنة مستويات للشاطىء المرتفع ٣ـ٤ أمتار.

ويختلف تتابع القطاع للجروف البحرية عن تلك الواقعة في الطرف الجنوبي لخليج جنابه. ففي الموقع الأخير تغـوص عتبة النحت البحري بسرعة أكبر تحت مياه الخليج وتتقدم الشرفات لتصل إلى أقصى امتداد لها على الجزيرة وهو ٥,٥متر (صورة ١٣). بينما يلاحظ أن الفجوة تتشكل من تقويضة ثنائية ويعلو الجرف مسطح من صخور الحجر الجيري الشعابي للشاطىء المرتفع (٣ـ٤ أمتار).

٣ـ جروف راس شـدا: (شكل ١١).

تمتـد هذه الجـروف على الـطرف الجنـوبي للرأس وتتكون من صخـور الحجـر الجيري الشعابي ويتتابع قطاع هذه الجروف على النحو التالي:

ـ عتبة نحت بحري تنحدر بسرعة كبيرة نحو الأعماق ولم يتمكن الباحث نظرا للأمواج العاتية في هذا الساحل المفتوح من عمل قياسات لها إلا أنه من خلال النظر إلى الخريطة البنيوية (شكل ٤) يتضح أن خطوط الأعماق ١٠٠ـ٢٠٠متر تقريبا تقترب جدا من الساحل كما لاحظ الباحث وجود كتل عديدة منهارة على طول هذا الساحل.

ـ يلي العتبة فجوة لا تتعمق لأكثر من مترين في معظم الحالات وقد لوحظ من الدراسة الميدانية أن الأشنات الخضراء مزدهرة بكثرة

على هذا الساحل سواء كان ذلك في الفجوات أو على الصخور المنهارة من الشرفات.

- أما القسم الأعلى للجرف فهو شديد الانحدار يتراوح بين ٨٠-٩٠° وتظهر على هذا القسم بشكل واضح آثار انفصال الشرفات وذلك بألوان فاتحة تختلف عن لون الصخور السائدة المعرضة لعمليات تعرية أكثف.

- ويتصل الجرف السابق في أعلاه بمسطحات صخرية من الحجر الجيري الشعابي، تحزها كثير من الخدوش الكارستية والنقر المملوءة برشاش مياه البحر (صورة ١٤) كما تقطع هذا السطح كثير من الشقوق المتوازية مع خط الساحل وخاصة بالقرب من حافة الجرف كما تتلطخ ببقع سوداء صغيرة تبين بعد فحصها أنها من بقايا مواد كربوهيدراتية (زيوت السفن) متصلبة.

ثانياً - مدرجات الاذابة والخسف:

تتوزع هذه المدرجات في عدة أماكن في جزر فرسان ولكنها تبدو أكثر نموذجية في مجموعة الجزر الواقعة على يسار الداخل إلى الميناء الحالي لجزيرة فرسان كبير. ومن خلال الرسم التخطيطي الذي عمل لهذه المدرجات (شكل ١٢) نلاحظ التالي:

- أن جميع هذه المدرجات قد نشأت في جزر متطاولة تأخذ اتجاه الشمال الشرقي - الجنوب الغربي.
- يزداد اتساع المدرج كلما ارتفع عن سطح البحر ويقل عرضه مع الاقتراب من سطح الماء حتى لايكاد يزيد عن بضعة أمتار أحيانا.
- تحاط جميع هذه الجزر بجروف بحرية نشطة مقوضة من الأسفل قرب مستوى سطح البحر كما تغطيها الأشنات بغزارة.
- جميع الجروف المرتفعة للمدرجات التي تلي المدرج الأسفل تخلو من آثار التعرية البحرية.
- يختلف منسوب المدرجات بشكل حاد من منطقة إلى أخرى ويتلاقى أحيانا مدرجين في المنسوب مع بعضهما نتيجة لانخفاض طرف أحدهما إلى الجانب الآخر.
- تتقطع أسطح المدرجات بالعديد من الشقوق الموازية لخط الساحل.

ثالثاً - عمليات التعرية الساحلية:

يتبين من خلال الاستعراض السابق للقطاعات العرضية التي عملت للجروف البحرية أن هناك سمات مشتركة بينها جميعا وهي

وجـود فجوات وشرفات نموذجية محاطة بعتبات النحت والعتبات المـرجـانية لمعـظم المـواقـع . وتشـير مواقع الجروف البحرية ذات الشرفات والفجوات داخل الخلجان أو الممرات المائية الضيقة التي تفصل جزيرتي فرسان كبير وسجيد إلى ما تلعبه الاذابة الكارستية الساحلية من دور هام وأساسي في تطور هذه الجروف ومما يؤكد ذلك الأدلة التالية :

١ـ أن هذه الشرفات والفجوات قد نمت بشكل واسع في مناطق محمية من الساحل سواء كان ذلك في ساحل صير أو في راس حصيص أو في خليج جنابة .

٢ـ أن عتبـات النحت البحـري تعمـل كحـواجز تتكسر عليها الأمواج بعيدا عن هذه الجروف .

٣ـ أن الموجات الساحلية المتشكلة على عتبة نحت بحري ضحلة تخلو من المواد الشاطئية التي يمكن أن تستخدم كأسلحة للنحت .

٤ـ أن تطور الشرفات والفجوات لايزال مستمرا ويظهر ذلك من تساقط هذه الشرفات وتشكل فجوات جديدة .

٥ـ أن جميع الجروف في الحالات السابقة قد تشكلت في صخور الحجر الجيري الشعابي المعروف بسرعة ذوبانه .

ولذا كانت ولاتزال عملية ذوبان الحجر الجيري بماء البحر مثارا للجدل بين الدارسين منذ مطلع هذا القرن[١]. ويتمثل هذا الجدل في نوع العملية المسببة لهذا الذوبان. ورغم تعدد الآراء حول هذا الموضوع[٢] إلا أنه من الأفضل أن نشير إلى أهمها في هذا المجال.

فقد ركز ايميرى[٣] على دور العامل الكيميائي لماء البحر في ذوبان الحجر الجيري الساحلي ويبرر حدوث ذلك نتيجة للاختلافات اليومية في كمية ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن التغيرات اليومية لدرجة حرارة المياه الساحلية والنشاط التمثيلي الضوئي والتنفسي للكائنات النباتية. حيث يؤدي انخفاض الحرارة ليلا مع التنفس الحيواني إلى زيادة في حموضة المياه ناجمة عن ذوبان ثاني أكسيد الكربون ومن ثم تحدث اذابة ليلية للحجر الجيري بينما يؤدي النشاط التمثيلي الضوئي وارتفاع الحرارة نهارا إلى قلة محتوى الماء من ثاني أكسيد الكربون وبالتالي انخفاض قيمة الحموضة وحدوث ترسيب للكلس بدلا من الإذابة.

---

(1) Mac Fayeen, 1930 a, Op.cit., pp.30-3.

(٢) البارودي، محمد سعيد: ١٩٨٤م، منطقة الساحل السوري - دراسة جيمورفولوجية. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب جامعة عين شمس، ص١٦٣-١٧٧.

(3) Emery, K.O., 1946, "Marine Solution Basins", Journ., of Geol. Vol.54. pp.209-228.

أمـا ديبرات[١] J.M.Debrat فقد أعطى العامل الكيميائي لماء البحر دورا ثانويا في الذوبان وذكر أن أهم العوامل المؤثرة في الذوبان هو العـامـل البيولـوجي المتمثـل بالتأثير المباشر للكائنات النباتية والحيوانية التي تعيش في المنطقة الساحلية دائمة البلل والجفاف بماء البحر.

ويؤكـد ديفـز[٢] J.L.Davies أن كثـيرا من الكـائنات الحيوانية تستمد غذاءها من الصخر نفسه. بينما يرى ستيرز[٣] J.A.Steers أن المياه السطحية العذبة للبحر قد لعبت وما تزال الدور الأكبر في عملية الاذابة.

ونستطيع من خلال العرض السابق لأهم الآراء استبعاد الرأي الأخير منها مباشرة نظرا لما هو معروف عن شدة جفاف المنطقة وعدم ورود مياه عذبة من أنهار قريبة منها. بينما يمكن الاعتماد على أثر العامل الكيميائي والعامل البيولوجي في تفسير عملية الذوبان على الجروف البحرية.

وقد تبين من خلال الدراسة الميدانية أن هناك تغيرات في درجة

---

(1) Debrat, J.M., 1974, Etude D'un Karst Calcaaire Littoral mediterranean: Example du littoral de Nice a Monton Mediterrancee No:2, pp.75-6.

(2) Davies, J.L., 1972, Geographical variation in coastal development Edinburgh, Oliver and Boyd Ltd. p.75.

(3) Steers, J.A., 1972, the sea and coast (colling London). p.80.

حرارة المياه الضحلة التي تغطي عتبة النحت في ساحل صير حيث وصل المدى اليومي لها في الشتاء إلى ١٠ درجات مئوية بين الصباح الباكر وفترة ما بعد الظهيرة، بينما لم يزد المدى اليومي لدرجة حرارة المياه في الساحل الخارجي العميق عن ثلاث درجات مئوية. أما في المواقع الأخرى كما في خليج جنابة أو خلة أو راس شدا فإن غوص عتبة النحت البحري بسرعة تحت مياه عميقة جعلت من الصعب تسجيل تغيرات في درجة حرارة هذه المياه. وهكذا فمن المرجح أن الظروف المحيطة بجروف ساحل صير تجعل هذا الأخير يستحوذ على أعلى نشاط للإذابة الكيميائية بماء البحر.

أما عن دور العامل البيولوجي فتشير القطاعات المدروسة إلى وجود العديد من الكائنات النباتية والحيوانية في جروف المنطقة[١] وتكون متطورة للغاية في جروف راس شذا تليها خليج جنابة بينما أقلها موجود في ساحل صبر[٢] . ويعتبر وجود هذه الكائنات دليلا بطبيعـة الحال على إذابتها للجروف البحرية في هذه المواقع سواء بطريقـة مباشرة أو غير مباشرة. ويعكس تباين توزيعها الظروف

---

(١) أورد ماكفايدن قائمة بالأنواع الموجودة وهي :

Tetractits Squamosa Rufotincta, Chthamalus Stellstus Poli, Lithotrya Volentiona Gray., Mac Fayden, 1930, Op.cit., p.29.

(٢) انظر البحث صفحة (٤٧-٤٩).

المساعدة لها على النمو فكلما زاد اضطراب المياه الساحلية ازدهرت هذه الكـائنات وازداد نشاطها في الاذابة. وهذا يفسر كثافتها في جروف راس شدا التي تتمتـع ببحر مفتوح وأعماق كبيرة للساحل الخارجي وتعرض كبير للأمواج البحرية المباشرة.

ويبـدو الآن مما سبق أن كلا من الاذابـة الكيميائية والاذابـة البيولوجية تعملان جنبا إلى جنب في جروف جزيرة فرسان إلا أنه رغم الأبحـاث العديدة والاهتمام الكبير حديثا بعمليات الذوبان السـاحلي إلا أن الفصل بين أنواع هذه العمليات مايزال معدوما حتى الآن[١]. وعلى الرغم مما قد تشير إليه دراسة معدلات النحت والتراجع لهذه الجروف من دور لهذه العمليات إلا أن تدخل عوامل أخرى قد أدى ثانية إلى تشابكها.

رابعاً - معدلات النحت البحري:

يمكن الاعتماد على عدة مؤشرات لقياس النحت البحري وأهمها الخرائط وعتبات النحت البحري وارتفاع الجروف البحرية إضافة إلى مؤشرات ثانوية عديدة:

---

(1) Walker, H.J. 1978, Research in coastal geomorphology: Basic and Applied, Geomorphology present problems and future prospects. Oxford University press, London pp.213.

فالخرائط المتوفرة لمنطقة البحث صغيرة المقياس حيث لايزيد أكبر مقياس لها عن ١ : ٢٠٠,٠٠٠ ومعظمها قد نشر حديثا ويتطلب الاعتماد على الخرائط بطبيعة الحال وجود جيلين من الخرائط الطبوغرافية الكنتورية على الأقل ذات مقياس كبير لايتعدى ١ : ٥,٠٠٠ أو ١ : ١٠,٠٠٠ ليتسنى إجراء مقارنة بينهما لمعرفة معدلات النحت البحري.

أما عتبات النحت البحري فتعتبر مؤشرا قويا لمعرفة مدى تراجع الجروف البحرية. ويتبين لنا في منطقة البحث أن أهم عتبة نحت بحري تلك الممتدة أمام جروف ساحل صير[1] بينما نادرا ما يمكن تحديدها في المواقع الأخرى سواء كان ذلك لضيقها أو لغوصها بسرعة تحت المياه العميقة.

وإذا ما حاولنا تفحص عينة ساحل صير نرى أنها أيضا لاتمكننا من تحديد مدى تراجع جروف هذا الساحل. فامتدادها ليس واحدا وهو يتراوح بين ٥٠-٥٠٠ مترا لكل من الرؤوس والخلجان على التوالي. وربما يدفعنا امتدادها في هذا الموقع بالذات إلى محاولة الربط بينها وبين بنية المنطقة ويبدو أن الأخيرة قد لعبت دورا ما في هذا الامتداد. فالجزيرة تنحدر كلها في هذا الموقع من الجنوب

---

(١) انظر البحث صفحة (٤٥).

الغربي إلى الشمال الشرقي، كما تميل بنية الحجر الجيري الشعابي في نفس الاتجاه[1].

وتبرز مشكلة الاعتماد على اتساع العتبة أكثر إذا علمنا أنه من الصعوبة بمكان التفريق بين عتبة النحت البحري وتلك التي نشأت من تراكم كسرات المرجان الميت Reef Platform خاصة وأن هناك نموا مستمرا للأطر المرجانية Fringing Reefs في الحافات البحرية لهذه العتبات[2].

وهكذا يتضح أنه لا الخرائط المتوفرة ولا امتداد العتبات البحرية قد مكننا من تقدير معدلات تراجع الجروف البحرية. وعلى ذلك يمكننا أن نطرح التساؤل التالي: هل يمكن الاعتماد على تقدم الشرفات وتعمق الفجوات في هذه الجروف لتقدير هذا التراجع؟ وللإجابة على ذلك نعرض لهذه الشرفات والفجوات والعوامل المتحكمة في تطورها لعلها تلقى ضوءا على تراجع هذه الجروف.

فإن ساحل صير (المحمي جيدا) يتمتع بشرفات نموذجية متقدمة يتراوح امتدادها بين ٤و٥ أمتار. والاذابة الكيميائية بماء البحر قد تكون أكثر نشاطا من الاذابة البيولوجية، وقد أدى تغلغل الاذابة أسفل مسطحات الشاطىء ٣ أمتار (الذي يتوج هذه

---

(١) انظر البحث صفحة (٣٦).

(2) Bird, E.C.F, 1970, Coasts, Mit U.S.A. R.193.

الشرفات) إلى حدوث شقوق موازية للساحل[1]. وفي مواقع أخرى إلى تساقط هذه الشرفات. أما في خليج جنابة (الأكثر انفتاحا من شـدا) فقد وصلت الشرفات إلى أقصى امتداد لها في جزيرة فرسان وهو ٥,٥ متر ورغم نشاط الاذابة بنوعيها في جروف هذا الخليج إلا أنه يمكن تفسير تقدم الشرفات وتعمق الفجوات - ليس لكون الإذابة أكبر ما تكون عليه في هذا الخليج - بل لأن صلابة الطبقة المكونة لها وقلة الشقوق البنوية والاذابية فيها أدت إلى تماسك هذه الشرفات وندرة سقوطها ومن ثم زيادة بروزها.

بينما نلاحظ أن الشرفات في جروف راس شدا هي الأقل بروزا عن مثيلاتها في الجزيرة ومع ذلك فإن هذا لا يعكس أبدا قلة تراجع هذه الجروف لعدة أسباب:

١- أن جروف رأس شدا تواجـه بحرا مفتوحا وعميقا تتكسر فيه الأمـواج البحـرية مباشرة على الساحل حيث لا يعوقها عتبة نحت بحري كما في باقي المواقع.

٢- أن الـرياح الجنـوبية دائمـة الهبوب شتاءا لاتؤدي إلى تشكل أمـواج عالية فحسب وإنما ستكون مصحوبة بتيارات بحرية

---

(١) انظر البحث صفحة (٤٧).

تواجـه السـاحـل الجنـوبي، للجزيرة[1] مما يعظم من الفعل الهيدروليكي لهذه الأمواج.

٣ـ نتيجـة للحـالتين السابقتين فقد ازدهرت الكائنات الحيوانية والنباتية على هذه الجروف بشكل متميز وهو ما يعكس الدور الكبير للاذابة في هذا الموقع.

٤ـ إذا ما أضفنا إلى ذلك وجود الشقوق التي تقطع الحجر الجيري بغزارة في هذا الموقع والآثار العديدة المعلمة والدالة على تساقط الشرفـات ومـا تسـبـبـه مياه (رشـاش الـبـحـر Splashing) . من اذابـة بعيدا فوق هذه الشرفـات[2] (وهي ظاهرة تكاد تنحصر في هذا الساحل) يتبين لنا مدى التراجع الكبير لهذه الجروف حتى أنها تكاد تأتي على كامل الشاطىء المرتفع ٣ـ٤ أمتار.

وعلى النقيض من ذلك ما نجده في خلة التي تتمتع ببحر مفتوح شمالا ولكن الأمواج في معظم الحالات تتكسر على الحواف البحرية لعتبة النحت البحري أو للعتبة المرجانية بعيدا عن خط الساحل وهو ما يفسر قلة نشاط الشرفات وبروزها في هذا الموقع.

---

(١) انظر البحث صفحة (٢١).

(٢) انظر البحث صفحة (٤٩).

ورغم ما قد يوحي به تساقط الشرفات في المواقع الأخرى سواء في صير أو جنابة أو خلة من تراجع للجروف البحرية في هذه المواقع إلا أن تساقط هذه الشرفات فوق عتبات ضحلة يعيق طويلا عمليات تراجع هذه الجروف وهو ما لا يحدث في جروف شدا.

وتمثل مدرجات الخسف والاذابة في جزر مدخل ميناء الخور النظام الأكثر تطورا للشقوق الموازية للساحل سواء تلك الموجودة في ساحل صير أو في أي مكان آخر من جزيرة فرسان كبير. فالاذابة البحرية المتوغلة أسفل جروف ساحل صير أدت إلى هبوط في المسطحات التي تلي هذه الجروف مما أحدث شقوقا تمتد بموازاة الساحل. ولكن هذا الهبوط لم يصل في أي مكان إلى مدى يمكن معه تشكيل درجة واضحة بين جانبي الشق[1]. وهو ما نجده في مدرجات الخسف والاذابة.

فالإذابة في هذه المدرجات تتوغل تدريجيا تحت صخور الحجر الجيري الشعابي ومع زيادة توغلها تخسف أشرطة جديدة متمشية مع الشقوق، ولما كانت الإذابة على أشدها عند الساحل، فقد كان المدرج المجاور للساحل أكثرها انخفاضا[2] نظرا لتعرض الأجزاء

---

(١) باستثناء أحد المواقع حيث هبطت واجهة الجرف على شكل انزلاق يوحي لأول وهلة كونه شاطئا مرتفعا (انظر البحث صفحة ٣٢).

(١) انظر البحث صفحة (٤٧).

السفـلى من صخوره للإذابة مدة طويلة. وعلى العكس من ذلك يزيد ارتفاع المدرجات نحو الداخل حتى تتساوى مع المستوى العام للجزر. وقد تكون الانكسارات أو الشقوق البنيوية قد لعبت دورا ما في نشـأة هذه المدرجات خاصة وأنها موازية لها في الاتجاه وهو الشمال الشرقي. ومع ذلك فإن غياب الفجوات من قاعدة جروف المـدرجـات المـرتفعـة وسيادة نفس طبقة الحجر الجيري الشعابي بتفصيلاتها الدقيقة في كل مدرج، إضافة إلى تلاقي أطراف بعض هذه المـدرجـات والحالات الأقل تطورا في ساحل صير كل ذلك يرجح أن الاذابة تمثل عنصرا هاما في نشأة هذه المدرجات. وتنفي كونها شواطىء مرتفعة تمثل مستويات أعلى للبحر كما تنفي أن تكون قد تشكلت نتيجة لانكسارات سُلمِية وان كانت الأخيرة تشبه حالة هذه المـدرجـات إلا أنها لم تتشكل نتيجة لحركات تكتونية. وهي ظاهرة نادرة الحدوث ويمكن اعتبارها من المميزات الجيمورفولوجية الهامة لهذه الجزر.

خامسا ـ الشواطىء المرتفعة : Raised Beaches

تحاط جميع مواقـع الجـروف البحـرية المدروسة في القطاعات (أشكال ٧، ٩، ١٠، ١١) بمسطحات من الحجر الجيري الشعابي التي تكـون شاطئا مرتفعا (٣-٤ أمتار) وفي العديد من المواقع في

جزيرة فرسان يمكن مشاهدة سلسلة من الشواطىء المرتفعة المتتابعة (شكل ٦) إلا أنه لغياب الخرائط الكنتورية للجزيرة فقد كان من الصعوبة بمكان توقيع جميع هذه الشواطىء على الخريطة الجيمورفولوجية وقد اقتصرت الدراسة لهذه الشواطىء على موقعين رئيسيين في الجزيرة وهما رأس شدا وخليج جنابة إضافة إلى الاستعانة ببعض الشواهد من مواقع أخرى تطلبتها طبيعة الموضوع. وفيما يلي وصفا للقطاعين المدروسين:

١- قطاع خليج جنابة (شكل ١٣):

عمل قطاع عرضي للمنطقة الوسطى في خليج جنابة ويتتابع هذا القطاع ابتداء من خط الساحل على النحو التالي:

أ- شاطىء رملي (بلاج) يتراوح اتساعه بين بضع عشرات الأمتار عند طرفي الخليج إلى بضع مئات الأمتار في المنطقة الوسطى. ويصل أقصى ارتفاع له مترين عند قاعدة جرف بحري مهجور.

ب- جرف بحري مهجور ومقوض عند قاعدته التي كادت تنطمر برمال البلاج (صورة ١٥).

جـ- مسطح من الحجر الجيري الشعابي يمتد بين بضعة أمتار إلى بضع عشرات الأمتار. محدد من الداخل بحاجز صدفي

ويتراوح منسوبه بين ٢,٥ متر عند مسافة الجرف وأكثر من ٣ أمتار أحيانا عند التقائه بالحاجز.

د ـ حاجز من الأصداف المتنوعة والمكسرة على شكل تلال طولية متصلة أحيانا ومنفصلة أحيانا أخرى ولكنها منتظمة في تطويقها للخليج (صورة ١٥، ١٦) وقد تراكمت في جميع المواقع فوق الجرف السابق حتى عندما يلتقي الأخير بخط الساحل (صورة ١٣) ويتراوح ارتفاعه بين ١,٥ و٢ متر.

هـ ـ يرتفع مسطح شعابي خلف الحاجز الصدفي تدريجيا نحو الداخل ليشكل منطقة تقسيم مياه بين أودية صغيرة تصب في الخليج قاطعة الحاجز الصدفي وروافد أخرى تنتهي في وأدي مطر.

٢ـ قطاع راس شدا (شكل ١٤):

يطوق البحر راس شدا من جميع الجهات فيما عدا الجهة الشرقية للراس المتصلة باليابس وكذلك الشواطىء المرتفعة ورغم عدم إجراء مسح للجهة الشرقية إلا أنه لايستبعد وجود بعض الشواطىء المرتفعة عليها خاصة المستويات العليا منها وقد اختير قطاع شمالي جنوبي ـ عمل بصورة تقريبية من الدراسة الميدانية ـ لإظهار الشواطىء المرتفعة الواقعة على هاتين الواجهتين. ويتتابع القطاع على النحو التالي:

١ـ جرف بحري مقوض عند مستوى سطح البحر يتراوح ارتفاعه بين ٧, ٢ـ٣ متر.

٢ـ شاطىء مرتفع عند منسوب ٣ـ٤ أمتار مكون من حجر جيري شعابي مقطع لشقوق موازية لخط الساحل وتغطيه مياه رشاش البحر عند حافته البحرية ويتراوح عرضه بين ٤٠و٦٠ مترا في كلا الطرفين الشمالي والجنوبي. (صورة ١٤).

ـ جرف بحري مهجور تكون ضمن صخور حجر جيري شعابي ويتبدل جانبيا أحيانا بسفح منحدرة نحو الشاطىء المرتفع السابق.

ـ شاطىء مرتفع عند منسوب ٨ـ١٠ أمتار تشكل في صخور الحجر الجيري الشعابي وتقطعه شقوق غزيرة ومتشابكة نتجت عن تعرية سطحية وقد أعطت هذا الشاطىء مظهرا خشنا إذا ما قورن بالشاطىء الأسفل (صورة ١٧). كما يزيد عرضه عن الشاطىء الأخير ويختلف عرضه بين طرفي الراس الشمالي والجنوبي.

ـ جرف بحري مهجور واضح تماما سواء في شمال أو جنوب الراس تشكل في صخور الحجر الجيري الشعابي ويصل ارتفاعه إلى ٣ أمتار. (صورة ١٧، ١٨).

- شاطىء مرتفـع عنـد منسـوب ١٥ـ١٨ مترا وينحدر سطحه - المكـون من الحجر الجيري - بشكل واضح نحو الشمال ويكاد ينحصر وجوده في الطرف الشمالي بينما لايمثل في الطرف الجنوبي سوى درجة صخرية قد يصعب تمييزها عن الجرف المحدد لها (شكل ١٤).

ويكون هذا الشاطىء الكتلة الرئيسية لراس شدا.

- منحدرات واضحة تحجز خلفها سطحـا مستويا أحيانا ومكسرا أحيانـا أخـرى وينحدر أيضا نحو الشمال ويتراوح منسوبه بين ٢٠ـ٢٢ مترا ويحتمل أن يكون شاطئا مرتفعا أقدم من السابق. (صورة ١٨).

وكان ماكفايدن قد أشار إلى وجود شاطئين مرتفعين عند ١,٣٠ و٢,٧٠ متر، بالقرب من راس حصيص وشاطىء آخر عند منسوب ٦ـ٨ مترا فوق مستـوى سطح البحـر[1]. وقـد شكـل كل من الشاطئين الأول والثاني في صخور الحجر الجيري الشعابي بينما اعتبر الحاجز الصدفي مشكلا للشاطىء المرتفع الثالث.

كما أشار دباغ وآخرون إلى وجود شواطىء مرتفعة في شبه جزيرة

---

(1) Mac Fayden, 1930a, Op.cit. pp.311-312.

صيـر[1] شمال غرب فرسـان. ويتلخص تتابع القطاع الموصوف على النحو التالي:[2]:

- شاطىء رملي يرتفع متر واحد ويليه بلاج صخري ينتهي بفجوة مشكلة ضمن جرف من الحجـر الجيري الشعابي عند مستوى ١,٥متر. بينما يصل ارتفاع حافة الجرف ٣,٥متر.
- مسـطحـات من الحجر الجيري الشعابي عند منسوب ٣,٥متر مغطاة بأكوام مفككة من الأصداف أو شطوط صدفية مستوية.
- جرف آخر يصل ارتفاعه ١,٥متر بينما يصل ارتفاع حافته العليا إلى ٨ أمتار فوق مستوى سطح البحر.
- سطح غمر بحري يرتفع تدريجيا نحو اليابس لمسافة ١-٢كيلومتر يظهر من خلاله وجود حافات منعزلة قد تكون بقايا جرفية أكثر قدما وتنتهي عند منحدرات يصل ارتفاعها ٢٥ مترا.

ويتضح من خلال الاستعراض السابق للقطاعات التي عملها البـاحث أن تلك المقدمة - أثبتت - وجود اختلاف بين الأبحاث السابقة في تحديد منسوب الشواطىء المرتفعة أو في أصول بعض الأشكال السائدة.

---

(١) وردت التسمية Segir وربما كان الموقع الذي لم يحدد على الخرطة هو جبال صير.

(2) Dabbagh, A., et al., 1984, op.cit. pp.219-220.

فقد اعتمد ماكفايدن على وجود تقويض ثنائي للجروف[1] في خله وربط بينه وبين شواطىء مرتفعة وجدها في راس حصيص عند منسوب ٣,١ و ٧,٢متر. وقد تبين للباحث من خلال تحليل القطاعات التي عملت لهذه الجروف ليس فقط في خله بل وفي راس حصيص ومواقع متعددة من الجزيرة (أشكال ٧، ١٠) أن هناك بالفعل تقويضا للجروف البحرية قد يكون ثنائيا أو حتى ثلاثيا[2]. ولكن ذلك لايرتبط اطلاقا بتغيرات في مستوى سطح البحر ولا يمكن اعتبارها مؤشرات لشواطىء مرتفعة، فقد قام الباحث بعمل قطاع جيولوجي للجروف البحرية الموجودة في راس حصيص ووجد أنها مشكلة في التكوينات التالية (شكل ١٥).

- شعاب مرجانية بسمك ١٧٥سم عند قاعدة الجرف.
- تليها طبقة حجر جيري مرجاني صلب بسمك ٣٥سم.
- طبقة شعاب مرجانية وأصداف سمكها ١٠٠سم عند القمة.

ومن خلال هذا القطاع تبين أن التقويضات في الجرف تتناسب واستجابة الصخور المكونة له تجاه الاذابة أولا، وتتوافق مع سطوح

(1) Mac Fayden, 1930, b. Op.cit. p.28.

(٢) انظر البحث صفحة (٤٩).

التطبق للتكوينات السابقة ثانيا. كما لوحظ في العديد من المناطق وجود هذه التكوينات (صورة ١٩) وأن توغل الاذابة سواء بين الطبقات أو ضمن بعض أنواع التكوينات العالية النفاذية كصخور الشعاب المرجانية يؤدي إلى تقويضات متعددة حسب تكوين الجروف. أما وجود التقويضة الرئيسية للجرف في هذه المنطقة عند منسوب أعلى من مستوى سطح البحر (شكل ١٥) فيفسره أن منطقة راس حصيص تتكون من بنية قبابية لاتزال الانبثاقات الملحية تعمل فيها[١] ومن المرجح أن تكون هذه التقويضة قد رفعت نتيجة حركة نهوض تكتوني حديث سببتها البنية السابقة.

ويبدو أن القطاع الذي وصفناه في ساحل صير ينطبق بشكل ما على الموقع الذي وصفه ماكفايدن في راس حصيص وأشار فيه إلى وجود جرفين عند مستويين يتفقان والجروف ذات التقويضة المزدوجة. وإذا ما تفحصنا ذلك القطاع[٢] (شكل ٩) (صورة ١١) نجد أنه رغم توافق القطاع مع مناسيب الشواطىء المرتفعة التي أشار إليها ماكفايدن إلا أن قاعدة الجرف الثاني المرتفع تخلو من فجوة (تقويضة) إذابية تدل على مستوى عال سابق للبحر، ومن ثم فقد رجح الباحث أن يكون الجرف الأسفل قد نشأ نتيجة خسف

---

(١) انظر البحث صفحة (٣٦).

(٢) انظر البحث صفحة (٤٧).

ساعدت عليه الشقوق الموازية للساحل في هذا الموقع والتي تشبه في حالتها مدرجات الخسف والاذابة[١].

ولا تختلف المستويات الدنيا للشواطىء المرتفعة التي أشار إليها دباغ وآخرون في القطاع الموصوف من قبلهم مع القطاع المقدم من قبل الباحث في خليج جنابة إلا أن هذا الوصف قد ركز على مناسيب الحافات العليا للجروف البحرية المهجورة بدلا من قاعدة هذه الجروف والتي تشكل أصلا المنسوب الأقرب لمستويات سطح البحر السابقة.

أما الحاجز الصدفي الذي يطوق خليج جنابة ومواقع أخرى متفرقة من الجزيرة فقد أشار ماكفايدن إلى أنه يشكل شاطئا مرتفعا عند منسوب ٦ـ٨ أمتار فوق مستوى سطح البحر، وينفى أن يكون من عمل الانسان[٢]. بينما يفرق دباغ وآخرون بين شطوط صدفية وأكوام صدفية مفككة وينسبون نشأة الأولى إلى شاطىء حاجز مد عالي[٣] High tide barrier beach بينما ينسبون الأكوام المنعزلة إلى عمل الانسان.

---

(١) انظر البحث صفحة (٥١).

(2) Mac Fayden, 1930, Op.cit., p.312.

(3) Dabbagh, A., et al., 1980, op.cit., p.219.

ونستطيع من خلال النظر إلى القطاع المقدم من قبل الباحث (شكل ١٣) والخريطة الجيمورفولوجية (شكل ٦) أن نتبين ما يلي :

- أن منسوب الشاطىء المرتفع الذي ترتكز عليه الأكوام الصدفية لايزيد على ثلاثة أمتار.
- أن منسوب قمة هذه الأكوام لايزيد في أي موقع عن خمسة أمتار.
- أن الأكوام الصدفية لاتتوزع إلا في الخلجان.
- تتبدل الأكوام الصدفية عند الانتقال من خليج جنابة إلى راس شدا بجرف يحدد خط الساحل القديم للساحل المرتفع ٣-٤ أمتار.

وهكذا يمكن من خلال الملاحظات السابقة أن نرجع نشأة هذه الأكوام إلى كونها تمثل بقايا حاجز ساحل أمامي Foreshore Barrer قطعته عدد من الأودية الصغيرة التي تصب في الخليج ومما يؤكد ذلك أيضا أن سطح الحجر الجيري الشعابي خلف هذا الحاجز يرتفع تدريجيا نحو الداخل دون وجود جرف محدد للشاطىء المرتفع ٣-٤أمتار كما هو الحال في جرف راس شدا المجاورة تماما. وقد أعطت نتائج التاريخ لمكونات هذا الحاجز بطريقة الاشعاع الكربوني 14C عمرا يساوي ٤٧٠٠ سنة قبل الآن[1]مما يؤكد أنه نشأ في فترة الطغيان الفلاندرى الأخيرة.

(1) Idem.

وبنـاء على ما سبق يمكننـا أن نحـدد ثلاث مستويات مؤكدة للشواطىء المرتفعة على جزيرة فرسان وهي :

- مستوى منخفض ٣ـ٤ أمتار.
- مستوى أوسـط ٨ـ١٠ أمتار.
- مستوى أعـلى ١٥ـ١٨ مترا.

وفي القمة شاطىء غير مؤكد عند منسوب ٢٠ـ٢٢ مترا.

فالشاطىء المرتفع ٣ـ٤ أمتار يتوزع في مواقع عديدة في الجزيرة وربما يكون أكثرها نموذجية ذلك المحيط برأس شدا وخليج جنابة وشبه جزيرة صير، إضافة إلى مواقع عديدة قد لايبدو فيها واضح المعالم، نظرا لاتساعه الكبير كما هو الحال في جنوب شرق الجزيرة وشمالهـا وحتى في المناطق التي لايشاهد فيها هذا الشاطىء على الجـزيرة فهـو امـا تآكل بالتعرية نتيجة التراجع السريع للجروف البحرية أو أن معالمه واضحة على جزوف بحرية مرتفعة كما هو الحال في جبال الاصباح أو في خله (صورة ٢٢).

ففي جبال الاصباح التي تشرف جروفها مباشرة على الساحل يمكن التعرف على هذه الجروف بوجود ثلاث درجات عند مستويات تتناسب وتلك الموصوفة في راس شدا. اما في خلة فإن مسطحات

الشاطىء المرتفع ٨ـ١٠ أمتار تشرف في مناطق عدة على البحر مباشرة باستثناء مواقع نادرة يمكن ملاحظتها شمال غرب الخور. ومع ذلك فإن هناك فجوات متعددة ظاهرة على جروف خواصر (جوانب) الأخاديد الانكسارية الغارقة في هذه المنطقة (صورة ٢٢) والتي قد تشكل علامات لمستويات بحرية قديمة[١].

وبالإضافة إلى راس شدا وصير حيث تظهر مستويات الشاطىء المرتفع ٨ـ١٠ أمتار أكثر نموذجية فإن هذا الشاطىء يغطي مساحات شاسعة في الجزيرة وخاصة في الجنوب حول قرى القصار والمحرق ومساحات أخرى في شبه جزيرة صير والتي نادرا ما يزيد منسوبها عن مستوى هذا الشاطىء.

وقد يكون مستوى الشاطئين المرتفعين ١٥ـ١٨ مترا و٢٠ـ٢٢ مترا أكثرها ندرة إذا ما استثنينا راس شدا وشواطىء شبه جزيرة صير التي لاتتفق معها في المنسوب ويمكن ملاحظة جروف هذين الشاطئين إلى الشمال من قرية فرسان على الطرف الجنوبي للقلعة التركية والسفوح المجاورة لها في جبال المغاوي.

ويفسر انخفاض منسوب الجزيرة عموما وندرة المرتفعات التوزيع المحدود للشاطئين السابقين.

---

(١) وقد تكون هذه الفجوات ناجمة عن عمليات مختلفة لاتتصل بالتعرية البحرية خاصة وأنه قد وجدت أشكال مشابهة لها في نفس المنطقة.

عمليات التعرية السطحية والأشكال الناجمة عنها

تظهر في كل مكان يتعرى فيه الحجر الجيري الشعابي من الرواسب أشكالا ذوبانية متعددة من حفر المطر Rainpit والفجوات Notch وكهوف التحلل Tafoni. إضافة إلى غابة من الأشكال الفوضوية الاذابية إن صح التعبير (صورة ٢٠). وحتى في الحالات التي تجري فيها مياه السيول ـ نتيجة لبعض الزخات القوية النادرة ـ فإن هذه لا تقوم بنحت ميكانيكي على ما يبدو وينحصر أثرها في تنشيط الاذابة الكيميائية للحجر الجيري الشعابي والصخور الأخرى القابلة للإذابة. ويؤيد ذلك عدد من الأدلة الملاحظة في الجزيرة:

- مورفولوجية بعض الأشكال في مجاري وجوانب الأودية سواء في خله (صورة ٢١) أو في الحسين أو في وادي مطر والتي تشير إلى تقويض سفلي يؤيد عمل الاذابة.
- إنعدام رواسب المياه الجارية في هذه الأودية سواء من الحصى أو الجلاميد، وتنحصر هذه الرواسب في قشرة طينية كلسية تغطي بقع متفرقة من بطون هذه الأودية وقد نشأت بطبيعة الحال من نواتج ذوبان الحجر الجيري الشعابي.

- انتشار الشقوق والبالوعات الكارسيتية في جميع الأودية بلا استثناء مما يدل على سيادة الاذابة الكارستية.

وهكذا يتضح أن عمليات التعرية السطحية تكاد تنحصر بعملية الذوبان وقد نشأ عن ذلك عدد من الأشكال الذوبانية بمقاييس مختلفة نستطيع أن نصنفها ضمن مجموعتين متميزتين: الأولى أشكال إذابة ثانوية والثانية أشكال أرضية سطحية.

١- أشكال إذابة ثانوية: Minor Solution Forms

تتعدد أشكال الاذابة الثانوية على جزيرة فرسان كبير، خاصة وأن الكارست في هذه الجزيرة قد تطور على سطح أجرد خال من الرواسب أو من الغطاء النباتي وقد تطورت في عدة أشكال، منها ما يرتبط ارتباطا وثيقا بالمناطق الجافة وأخرى تطورت نتيجة الأمطار القليلة أو مياه التربة. وفيما يلي دراسة موجزة لأهم هذه الأشكال:

أ- أشكال حفر المطر: Rainpits Forms

تتشكل هذه الحفر من آثار تساقط الأمطار حيث يبدأ تكوين حفرة صغيرة لا تلبث أن تتوسع نتيجة لتجمع المياه فيها وتصل أقطار هذه الحفرة عادة إلى ٣سنتيمتر، بينما لا يزيد عمقها عن

٢سنتيمتر. وتظهر هذه الأشكال بشكل واضح في المناطق الجرداء والمـرتفعـة من جبـال المغاوي (صورة ٤، ٢٠) حيث يزيد معدل سقوط الأمطار نسبيا عن باقي مناطق الجزيرة. وتتنوع هذه الحفر حسب تطورها بين حفر تحتفظ بالسطح الأولي للصخر وعادة ما تكـون متبـاعدة وملساء المظهر. وأخرى بلغت درجة متقدمة من التطور وتقاربت من بعضها إلى درجة كبيرة حتى تقاطعت حافاتها وأصبحت حادة الملمس، كما يأخذ سطح الصخور مظهرا فوضويا.

ب ـ **كهوف التحلل**: Cavernous Weathering or Tafonis Forms

تتنوع هذه الأشكال في معظم أنحاء الجزيرة إلا أنها تزداد بكثرة في جبال المغاوي شمال شرق الجزيرة. وتتكون عادة في السطوح[1] أو في قمم الجبال وأحيانا في الكتل الصخرية المنعزلة. وأهم ما تتميز به هذه الكهوف وجود قشرة سطحية صلبة تكون سقف الكهف وتتدلى إلى أسفل أمام مدخله (شكل ١٦) وصورة (٢٢، ٢٣).

وعادة ما تشغل هذه القشرة ثقوب عديدة وحفر مطرية متطورة عند السطح بينما يلاحظ عكس ذلك في داخل الكهف حيث تبدو

---

(١) للمزيد أنظر

Thomas, M.F., 1976, Criteria for Recognition of climatically induced Variations in cıanite landforms in Derbyshire, E., (ed.), Geomorphology and Climate, Wily, London, p.438.

الجدران والسقوف ناعمة المظهر بشكل ملفت للنظر. وقد لوحظ أن هذه الكهـوف ماتزال تتطور سواء عند سقفها من الداخل أو في جدرانها ويلاحظ أن الجدران مبتلة ورطبة رغم ظروف الجفاف الحالي.

إن شكل هذه الكهوف والعملية التي تتطور بها تجعلها شديدة الشبـه إلى حد بعيد بما يعـرف بالتـافـوني Tafoni وهي مصطلح كورسيكي ويطلق على كتل الجرانيت المجوفة والتي تكثر في تلك الجـزيرة، كما تكثر أيضا في مناطق عديدة من مرتفعات الحجاز. ويرى الباحث أن تطور هذه الأشكال يتم حاليا على النحو التالي:

- تقـوم الأمـطار (في حالة سقوطها) بعملية اذابة مباشرة لسقف الكتلة الصخرية من الخارج وتساهم في تطور الأشكال الإذابية الدقيقة ويتسرب الباقي ضمن صخور الحجر الجيري الشعابي عالية النفـاذية إلى المياه الجـوفية القريبة. وفي هذه الحالة تقوم أشعة الشمس بعملية تجفيف زائد للسطح من الخارج مما يوقف عملية التحلل بينما تستمر هذه العملية أسفل القشرة بعض الوقت.

- وتؤكـد ملاحـظة بلل جدران الكهـوف ورطوبة أسقفها (رغم القحولة والجفاف الشديدين) أحد احتمالين: أولهما أن صعودا للمياه الجوفية يتم عن طريق الخاصية الشعرية Capillary أو أن

الندى الليلي من الكثرة[1]، هو السبب في هذا الترطيب. وسواء كان هذا أو ذاك فإن هذه المياه تقوم باستمرار عملية الاذابة من الداخل وتفريغ النواة وتشكيل هذه الكهوف بينما تؤدي الحرارة الشديدة على السطح إلى تبخر المياه الصاعدة إليه وترك ما تحويه هذه المياه من محاليل تساهم في تكوين القشرة الصلبة لهذه الكهوف[2]. وتتكون هذه الأشكال في صخور متعددة وفي مواقع متعددة من العالم تحت ظروف مناخية مختلفة[3].

جـ ـ فجوات الإذابة : Solution Natches

تتوزع هذه الفجوات في جميع أنحاء الجزيرة أيضا وخاصة في جوانب الأودية الرئيسية كوادي خلة ووادي مطر ووادي الحسين. . . الخ. وتتشكل هذه الفجوات نتيجة إذابة نشطة لصخور الحجر الجيري الشعابي في الأجزاء الدنيا لجوانب الأودية وعادة ما يتراوح ارتفاعها بين ٥ , ٠ـ٥ , ١ متر فوق بطن الوادي بينما

---

(١) انظر البحث صفحة (١٨).

(٢) صنف سباركس Sparks كهوف التافوني ضمن عمليات التفكك الميكانيكي وحصر تكوينها في الصخور النارية. انظر سباركس، ب، و، ١٩٧٨ ترجمة ليلى محمد عثمان، القاهرة صفحة ٤٢ـ٤٣.

(3) Douglas, I., 1976, Lithology, Landforms and Climate, in Derbyshire, E., (ed). Geomorphology and Climate, Wily, London, p.351.

يختلف تعمقها في هذه الجوانب بين منطقة وأخرى حسبما تساعد الظروف على نشاط الاذابة.

وتتم عملية الاذابة في هذه الفجوات عن طريق السيول في حالة سقـوط الأمـطار وفي فترات الجفـاف تتصاعد المياه من التربة إلى السنتيمـترات الأولى للصخـور البـارزة فوق سطحهـا وفي حالـة الصخور المنعزلة تكون فجوات الاذابة أشكالا فطرية كما هو الحال في وادي خله (صورة ٢١).

٢ـ أشكال أرضية سطحية : Surface Landforms

تشمل هذه الأشكال عدة ظاهرات في جزيرة فرسان كبير وأهمها على الاطلاق عدد كبير من الجوبات Doliners إضافة إلى عدد من الأودية الجافة Dry Valleys وأخيرا بعض المنخفضات التكتونية Graben التي تشبـه البـولييه Polje المـوروثة والتي سبقت دراستها ضمن الظاهرات البنيوية[١]. وفيما يلي دراسة موجزة للجوبات نظرا لما تمثله من انتشار واسع في جزيرة فرسان.

ـ الجـوبـات : Dolines

وتتوزع هذه الأشكال بشكل رئيسي في شمال الجزيرة وذلك في المنطقة الواقعة بين خلة ـ راس الحص ـ راس حصيص. وقد تم في

---

(١) انظر البحث صفحة (٣٨ـ٤٠).

هذه المنطقة وحدها حصر ما يزيد عن ٢٥ جوبة تتراوح أبعادها بين ٥, ٠-١كيلومتر. كما تتوزع هذه الجوبات في مواقع أخرى من الجزيرة خاصة في الجزء الجنوبي الشرقي ومواقع قليلة في الطريق إلى قرية صير (شكل ١٠).

وقد تشكلت هذه الجوبات بعمل مشترك قامت به كل من الاذابة السطحية والاذابة بالمياه الجوفية لصخور الحجر الجيري الشعابي وصخور المتبخرات التي ترتكز عليها. ولما كانت سرعة ذوبان الجبس تفوق بكثير ذوبان الحجر الجيري[١] فقد ساهم ذلك بشكل فعال في تفريغ قاعدة الحجر الجيري الشعابي خاصة وأن جميع صخور المتبخرات (الجبس والانهدريت، الملح الصخري) تتعرض للإذابة الطبيعية بدون تدخل مذوبات كالحامض الكربوني اللازم لذوبان الحجر الجيري[٢]. وسواء حدثت الاذابة بالمياه الجوفية لأي من الحجر الجيري الشعابي أو المتبخرات فإن تشكل منخفضات تحت السطح يؤدي إلى خسوفات أرضية غالبا ما تكون بيضاوية. ويتصل بعضها بمنخفضات سطحية تتجمع فيها مياه الأمطار أحيانا.

وتعكس مورفولوجية هذه الجوبات المتهدمة أنها تشكلت

---

(1) Gennings, J.N., 1971, Karst, MIT, London, p.30.
(2) Ibid, p.53.

نتيجة للانهيار Collapse أكثر من الخسف. ويرجع ذلك فيما يبدو إلى رد فعل الصخور المتبخرات تجاه الاذابة، حيث تعتبر هذه الصخور أكثر قابلية للانهيار من جميع الصخور الكربونية[١].

كما لعبت الانكسارات والشقوق المتقاطعة في بعض المواقع دورا هاما في تسهيل عملية الاذابة، أو تكوين منخفضات بنيوية أولية طورتها الإذابة الكارستية اللاحقة.

---

(1) Ibid, p.35.

التطور التحاتي لجزيرة فرسان كبير

سبق معالجة نشأة الجزر وعلاقة ذلك بنشأة وتطور البحر الأحمر. وكان الهدف من ذلك التوصل إلى الكيفية التي تم بها تكتل القاعدة التي ترتكز عليها الجزر والتاريخ النسبي لهذا التكتل إلا ان وجود غطاء شامل من الحجر الجيري الشعابي فوق الجزر موسوماً بشواطىء مرتفعة جعلت محاولة التوصل إلى تعاقب تحاتي منطقي أمرا ضروريا.

ويبدو أنه من الصعوبة بمكان تقرير ما إذا كان نهوض الشعاب المرجانية التي تغطي كامل الجزيرة وتتشكل منها الشواطىء المرتفعة قد حدث نتيجة الرفع التكتوني أو التخفيض الأيوستاتي. ورغم ما يرجحه كثير من الدارسين عن أثر التخفيض الأيوستاتي لمستوى سطح البحر في نشأة الشعاب المرجانية العائمة Emerged Reefs ويعزون اليه تشكل شواطىء مرتفعة على هذه الشعاب[1] . إلا أن هناك في نفس الوقت أدلة أكيدة هنا على رفع تكتوني لهذه الشعاب، فقد رفعت الجزيرة المدروسة تكتونيا إلى درجة انكشاف الحجر

(1) Bird, E.C.F. 1968, op.cit., p.203.

الجيري المارلي والمارل البليوسيني إضافة إلى حالات عدم التوافق العديدة الدالة على هذا الرفع. وتكمن المشكلة في الفصل بين أثر الحركات التكتونية وحركات التخفيض الأيوستاتي لسطح البحر على الجزيرة.

كما أن استخدام طريقة الكربون 14c في تاريخ ذبذبات مستوى سطح البحر وقياس معدلات النهوض التكتوني للشعاب المرجانية والتي يراها البعض وسيلة ناجحة في ذلك[1] يمكن انتقادها بسهولة وخاصة إذا ما استخدمت هذه الطريقة في تاريخ الشواطىء المرتفعة. ذلك أن الشعاب المرجانية قد تنمو مصاحبة لارتفاع في مستوى سطح البحر ولكنها لابد أن تموت مع انكشافها للهواء نتيجة انخفاض مستوى سطح البحر ويمكنها في هذه الحالة أن تعكس بصورة صحيحة تاريخ الذبذبة البحرية، ولكن الذبذبات الأخرى لمستوى سطح البحر والتي (لاترقى كما هو معروف للمنسوب السابق) يعزى اليها تشكل المدرجات البحرية والشواطىء المرتفعة وقد لاتؤدي إلى نمو مرجاني جديد على هذه المدرجات أو الشواطىء لأي سبب كان. كما أنه من النادر أن تبقى المواد الشاطئية التي تتراكم أحيانا على هذه المدرجات لفترة طويلة ويعني كل ذلك أن تاريخ صخور هذه المدرجات إنما هو تاريخ

---

(1) Bloom, A.L., 1978, Geomorphology, Hall, Inc., New Jersey, p.456.

لمرجان ميت كان قد نما خلال الارتفاع الأول لمستوى سطح البحر. ومن هنا تصبح هذه الطريقة للتاريخ مضللة في معظم الحالات.

ومن الناحية الأخرى قد تتأثر الشعاب المرجانية الميتة بالطغيانات البحرية اللاحقة سواء بنمو مرجان جديد عليها أو بعملية الترسيب المختلفة فقد أعطت طريقة التاريخ الكربوني لأحد المواقع قرب قرية الحسين في جزيرة فرسان كبير عمرين متباعدين في قطاع واحد. حيث وصل عمر العينة الأولى المأخوذة من قمة الطبقة العليا للشعاب ١٧,٨٠٠ ± ٥٠٠سنة، بينما وصل عمر العينة الثانية المأخوذة من طبقة الشعاب الكونجلومريتية السفلى ٣٣٥٠٠ +٣٥٠٠ −٢٤٠٠ سنة[١] ويفسر عدد الدارسين هذا الاختلاف نتيجة للتداخل الذي سببته الطغيانات البحرية المحتملة على السطح العلوي للشعاب بينما بقيت الأجزاء العميقة في القطاع بعيدة عن هذا التأثير[٢]. وفي هذه الحالة يمكن تفسير الشواطىء المرجانية المرتفعة على الجزيرة على النحو التالي:

---

(1) Dabbagh, A. Emmermann, R., et al., 1984, Development of Tihamat Asin During the Quaternary in Jedo. A.R. Zotl J.G. (ed), Quatrernary Period in Saudi Arabia Vol.2, p.155.

(2) Hotzl, E. et al. 1984. Problems Invovled in 14c Age Determinations in Carbonates, in Jado, A.R. Zotl, J.G. (ed) Quaternary Period in Saudi Arabia Vol2, p.328.

أن تكون هذه الشواطىء متوافقة مع مستويات عليا للبحر وفي هذه الحالة لابد من مقارنتها مع شواطىء أخرى مرتفعة ومشكلة في صخور غير مرجانية للتأكد من ذلك.

وعلى الرغم من أن اختبار هذه الطريقة لايبدو ممكنا نظرا للانتشار الواسع للشواطىء المرجانية على سواحل البحر الأحمر إلا أن مقارنة الشواطىء المرتفعة على الجزيرة مع نظيراتها سواء على سواحل أو جزر البحر الأحمر يعكس توافق هذه الشواطىء مع مستويات عليا سابقة للبحر الأحمر (جدول ٢).

أما إذا أعطت طريقة التاريخ الكربوني أعمارا حديثة للشواطىء المرجانية المرتفعة لاتتناسب ومستويات هذه الشواطىء فلابد وأن هذه الأخيرة قد رفعت بحركات تكتونية وهو ما حدث في بعض مواقع الجزيرة كموقع الحسين فالتاريخ المقدم لأسفل القطاع (٣٣,٥٠٠ سنة) يشير إلى نمو مرجاني خلال فترة الفيرم، ويتطلب ذلك ارتفاعا بحريا خلال هذه الفترة وهو ما لم يحدث إطلاقا، بل أصبح من المؤكد أن مستوى البحار العالمية قد هبط إلى ١٠٠-١٣٠ مترا، دون مستواها الحالي خلال جليدية الفيرم [1]. وهكذا تصبح عملية التفسير التكتوني لبعض الشواطىء المرجانية أمرا ضروريا.

---

(1) Bird, E.C.F., 1968., Op.cit., p.44.

وحتى تتم عملية تأريخ دقيقة للشواطىء المرتفعة على الجزيرة بالوسائل المختلفة يمكن إجراء مقارنة بين هذه الشواطىء ومواقع أخرى تقابلها في المنسوب وسبق تأريخها وقد استخدم برى L.Berry وآخـرون ١٩٦٦ طريقـة الاشعـاع الكـربوني للشاطىء المرجاني المرتفع ٩-١٢متر فوجد أن عمره ٩١ ألف سنة مضت[1]. كما قدر جلشير Guilcher ١٩٧٩م[2] عمرا اشعاعيا للمصاطب البحرية في جنوب وشرق شبه جزيرة سيناء وصل أقدمها وأعلاها (٣٠مترا) إلى أكثر من ٢٥٠ ألف سنة مضت، بينما قدر عمر المصطبة الوسطى بـ ٢٣٠ ألف سنة، والمصطبة السفلى ١٠٨ آلاف سنة من الآن. وبناء على ذلـك نستـطيع أن نعمم ذلك على جزيرة فرسان مع بعض التحفظات على عمر المصطبة الوسطى عند جلشير.

فالشـاطىء المـرتفع ٣-٤ أمتار سبق وأرخ عن طريق كسرات الأصداف المغطية له في مواقع عديدة عند ٤,٧٠٠ سنة قبل الآن ويعني ذلك أنه قد تشكل فوق الجزيرة خلال الطغيان القلاندري الذي كان سريعا ومرتفعا من أعماق كبيرة، وربما يفسر ذلك عدم

(1) Al-Sayari, S.S. et al., 1984, Quaternary Along the Coast of A qaba in Jodo, A.R., Zotl. J.G. (ed.) Quaternary Period in Saudi Arabia, Vol.2, p.47.

(2) Gulcher, A., 1979, Les risages corallines de l'est et du sud de la presqu ile du Sinai, Ann. geog. no.488, p.404.

وجود مرجان نام على الشاطىء المرتفع ٣ـ٤ أمتار يعود لفترة الطغيان الفلاندري حيث أن جميع المرجان المحيط بالجزر قد مات نتيجة تعرضه للهواء أثناء انحسار الفيرم السابق.

أما وجود البلاج الصخري Beach Rock في بعض مواقع الجزيرة[1] والمكون من حطام الأصداف والشعاب والرمال المتماسكة، فقد نشأ نتيجة لترسيب الكلس في الأقسام القارية للساحل الأمامي المعرض للبلل والجفاف بماء البحر. وكما يرى بلوم Bloom فقد نسبت هذه الشواطىء مرات عديدة خطأ لمسطحات شعابية عائمة اعتمد عليها للدلالة على هبوط مستوى سطح البحر في الهولوسين[2].

أما الشاطىء المرتفع ٨ـ١٠ أمتار فيمكن تأريخه بالمقارنة مع تأريخ برى وجلشير بالشاطىء الموناستيري الذي يتوافق مع نهاية فترة رس ـ فيرم الدفيئة قبل ١٠٠ ألف سنة مضت. ويمكن الاطمئنان إلى هذا التاريخ أيضا بناء على ارتفاع منسوب هذا الشاطىء والمناسيب الأخرى المشابهة في سواحل البحر الأحمر (جدول ٢).

---

(١) انظر البحث صفحة (٦٨).

(2) Bloom, A.L. 1978., Op.cit., p.454.

(جـــدول رقـــم ٢)

العلاقة بين الشواطىء المرتفعة في جزيرة فرسان كبير ومواقع أخرى في البحر الأحمر

الشواطىء المرتفعة في البحر الأحمر	خليج السويس	ساحل سفاجة القصير	مصب وادي فيران سيناء	جنوب سيناء	ساحل شرق سيناء	مدخل خليج العقبة	خليج العقبة (ماجوان)	جزيرة المالي مقابل املج	جزيرة فرسان كبير			الفترات الجليدية والدفيئة	التاريخ بآلاف السنين حسب زوبر ١٩٥٩
	ساندفورد اركل ١٩٣٩	ساندفورد اركل ١٩٣٩	بودل ١٩٥٢	دوف نير ١٩٧١	جلشير ١٩٧٩	الصياري وآخرون ١٩٨٤	الصياري وآخرون ١٩٨٤	هوتزل وآخرون ١٩٨٤	ماكفايدن ١٩٣٠	دبغ وآخرون	البارودي ١٩٨٧		
الفلاندري ٥,١-٤ متر	٢			٣-١		٢,٥	٢,٥	٢,٥	١,٣٠	١,٥	٣-٤م	ما بعد الجليد	
												فيرم	
موناستير ٦-٨	٨	٨	٥	٦-٨	مصطبة	٩٦	٨	١٠٦	٦-٨	٨	٨-١٠	رس -	
موناستير ١٠-٢٢	١٦	١٥ ٢٢		١٢-١٦ ٢٠-٢٢	سفلي	١٢,٥	١٢، ١٦ ٢٠	٢٢			١٥-١٨ ٢٠-٢٢	فيرم	١٠٠
												رس	٢٠٠
التيراني ٢٨-٤٠		٢٨	٢٠-٣٠		مصطبة عليا			٣٢		٢٥		مندل - رس	٣٠٠
												مندل	٤٠٠

كما يمكن ترجيح انتماء الشاطىء المرتفع ١٥ـ١٨ والمسطح الذي يعلوه ٢٠ـ٢٢ في راس شدا إلى الشاطىء المونواستيري أي بداية فترة رس - فيرم قبل ١٥٠ ألف سنة حسب تقسيم زونر الزمني[١]. ويمكن تفسير ذلك بالتذبذبات الثانوية التي امتاز بها البحر المونواستيري خلال هذه الفترة.

ويمكن تلخيص التعاقب التحاتي للجزيرة خلال البلايستوسين على النحو التالي:

١ـ حركة رفع تكتوني أدت إلى بروز الجزيرة أو نهوض مواقع متفرقة تتوافق والبنيات القبابية الحالية في الجزر ويحتمل أن يكون ذلك قد حدث خلال البلايستوسين الأوسط.

٢ـ يدل وجود الشواطىء المرتفعة عالية المنسوب في مواقع متفرقة تتمثل في المرتفعات الحالية على تعرض الجزيرة لطغيان بحري مونـاستيري أدى إلى تشكيل جروف على هذه المرتفعات بينما بقيت معظم الجـزيرة مغمورة خلاله بالماء ويتوافق ذلك بين فترتي رس - فيرم الجليديتين.

---

(١) اعتمد الباحث على تقسيم زونر Zeuner الزمني للبلايستوسين بدلا من فايربردج Fairbridge نظرا لمطابقة تقسيم الأول لكل من نتائج الاشعاع الكربوني والمستويات البحرية في البحر الأحمر.
انظر هذا التقسيم في .Bird, E.C.F., 1968, Op.cit., p.33

٣ـ نجم عن تراجع متذبذب للبحر الموناستيري بروز الشاطىء المرتفع ٢٠ـ٢٢ متر.

٤ـ حركة صعود لمستوى سطح البحر نجم عنها نحت جرف في الشاطىء السابق.

٥ـ هبـوط لمستوى سطح البحر نجم عنه بروز للشاطىء المرتفع ١٥ـ١٨ مترا.

٦ـ ارتفاع أخير للبحر الموناستيري وصل مستواه ٨ـ١٠ أمتار ونجم عنه نحت جرف بحري على مستوى الشاطىء المرتفع السابق.

٧ـ هبوط كبير لمستوى سطح البحر لمدى قد يصل ١٣٠ متر دون مستواه الحالي ناجم عن تراكم جليدية فيرم، صاحبته تعرية كارستية هدمية على الشعـاب المرجانية التي تعرضت للتعرية السطحية عموما، وربما عملت الأمطار أكثر غزارة قليلا من الوقت الحاضر وبمساعدة الشقوق التكتونية على شق عدد من الأودية تعمقت مجاريها الدنيا إلى ما دون مستوى سطح البحر الحالي كما تشكلت في نهاية هذه الفترة قشرة صحراوية غطت الشعاب المرجانية الحالية.

٨ـ عاد مستوى سطح البحر للارتفاع مرة أخرى في نهاية جليدية الفيرم ـ وهو ما سُمي بالطغيان الفلاندري ـ ووصل إلى منسوب ٣ـ٤ أمتار فوق السطح الحالي ولم يغمر سوى أشرطة ضيقة من

سواحل الجزيرة ولكنه من المحتمل أن يكون قد أغرق بعض المنخفضـات التكتونية ومصبات ومجاري عدد من الأودية كما نحت جروفا بحرية في العديد من المواقع وخاصة الرؤوس بينما أدى إلى تراكم حواجز صدئية في العديد من الخلجان الرئيسية.

٩ـ انسحاب أخير للبحر إلى مستواه الحالي أدى إلى نحت جرف بحـري لايزال نشـطا في معـظم سواحل الجزيرة بينما سدت الخلجـان برمـال شاطئية خشنـة كونت عددا من البـلاجات الرملية، كما برز الشاطىء المرتفع السابق فوق مستوى سطح البحـر الحالي، ولا تزال بعض المصبات الخليجية (الأخوار) غارقة جزئيا بمياه البحر.

١٠ـ خلال معظم المراحل السابقة لم تتوقفِ الحركات التكتونية عن رفـع المـواقـع في الجـزيرة وخاصة تلك القريبة من البنيات القبابية، ويدل على ذلك تغير مناسيب الشواطىء السابقة في هذه المواقع. بينما يدل تجانس منسوب الشاطىء ٣ـ٤ أمتار في معظم سواحل الجزيرة وربما سواحل البحر الأحمر أيضا على هدوء الحـركـات التكتـونية خلال الطغيان الفلاندرى وحتى الوقت الحاضر.

النتائج والتوصيات

تم من خلال ما سبقت معالجته في البحث من موضوعات التوصل إلى عدد من النتائج يمكن إيجازها فيما يلي:

١- ارتبط تشكل الجزر بالمرحلة الثانية لتوسع قاع البحر الأحمر التي بدأت قبل ٤ مليون سنة، ولاتزال تعمل بنظام (تحرك - قف - تحرك) حتى الوقت الحاضر.

٢- لعبت المتبخرات والانكسارات دوراً أساسياً في نشأة العديد من الظاهرات البنيوية والنحتية في الجزيرة، ويرجح أن تكون هذه المتبخرات (الجبس، الأنهيدريت الملح الصخري) قد لعبت دوراً مزدوجاً ومعكوساً في نفس الوقت، فقد ساهمت في بناء الأشكال القبابية عند انبثاقها، وفي سرعة نحتها بعد تعرضها لعوامل التعرية.

٣- تشكل الجروف البحرية معظم سواحل الجزيرة، وهي جروف مشكلة بالاذابة الكيميائية لماء البحر، والاذابة بالكائنات النباتية والحيوانية.

٤- سجل أعلى معدل لتراجع هذه الجروف في جنوب الجزيرة نظرا لمساهمة عدد من العوامل الأخرى في ذلك، ولم يتم من خلال هذه الدراسة تحديد أو قياس معدل هذا التراجع.

٥ـ أوضحت الدراسة وجود الشواطىء المرتفعة التالية والتي تتناسب ومستويات سابقة للبحر.

أ ـ **٣ـ٤** أمتار

ب ـ **٨ـ١٠** أمتـار

جـ ـ **١٥ـ١٨** أمتار

د ـ **٢٢** متـرا.

٦ـ يرجع اختلاف مناسيب الشواطىء المرتفعة عالية المنسوب في الجزيرة إلى نشاط الحركات التكتونية ـ وخاصة انبثاقات الملح ـ بينما لم يسجل تغير ملموس في منسوب الشاطىء المرتفع **٣ـ٤** أمتار في معظم سواحل الجزيرة مما يدل على هدوء تكتوني منذ الطغيان الفلاندري الأخير.

٧ـ تبين من خلال تحليل عمليات التعرية على الجزيرة أن عملية الاذابة تكاد تكون المسئولة عن تطور معظم أشكال الجزيرة ويمكن تصنيفها إلى الأنواع التالية:

(١) إذابة كارستية:

وتتمثل في الأنواع التالية:

أ ـ إذابة سفلية للحجر الجيري الشعابي (ممرات)

ب ـ إذابة بمياه التربة (فجوات الأودية)

جـ ـ إذابة بالخاصة الشعرية (كهوف التحلل أو تافوني)

د ـ إذابة بماء المطر (حفر المطر)

(٢) إذابة عاديـة :

وتنحصر في إذابـة الملح الصخـري والجبس والأنهيدريت وينجم عنها دولينات الانهيار

٨ـ نتيجة لسيادة الاذابة فقد نشأ أو تطور نوعان من الشقوق.

أ ـ شقوق موازية للساحل ناجمة عن الاذابة السفلية.

ب ـ تطور الشقوق البنيوية بعمليات الاذابة المختلفة.

جـ ـ نشأ عن الشقوق الموازية مدرجات خاصة بهذا النموذج من الجزر سماها الباحث مدرجات الخسف والاذابة.

٩ـ تم وضع خريطة جيمورفولوجية للجزيرة تعد الأولى من نوعها وذلك اعتماداً على الصور الفضائية والدراسة الميدانية.

١٠ـ لاتزال جزر فرسان بحاجة إلى المزيد من الدراسة والبحث وخاصة لاختبار مدى اعتبار هذه الجزر نموذج يمثل العديد من الجزر المرجانية في البحر الأحمر أو مناطق العالم الأخرى المشابهة لها بنيوياً.

التوصيـــات :

بناء على ما تقدم اقترح الباحث عدداً من التوصيات التي يرى أنها ستكون في مصلحة تنمية هذه الجزر مستقبلاً وذلك على النحو التالي :

١ـ أن تعرض الجزيرة بكثافة لكافة أنواع الاذابة وما ينتج عنها من خسوفات في مواقع عديدة، أو شقوق موازية للساحل تجعل إقامة وبناء مشاريع أساسية محفوفة بنوع من المخاطرة .

٢ـ ويوصي الباحث بعدم السماح من قبل الجهات المسئولة في قيام أبنية متعـددة الأدوار في معظم أنحاء الجزيرة لما ينطوي عليه ذلك من مخاوف التصدع والتشقق، خاصة وأن هذه العملية كانت الشغل الشاغل لأهالي مدينة جيزان المجاورة والمشابهة بنيوياً لهذه الجزيرة .

٣ـ كما يوصي البــاحث أن يركـز في المـرحلة المقبلةعلى عمليات استخـراج بعض المعادن المتواجدة في الجزيرة وإتاحة المجال لوجود فرص عمل لأهالي الجزر.

٤ـ ويوصي الباحث أيضاً بالتركيز مستقبلاً على إعادة تنشيط المهن التي على أســاسها تم استيطان الجـزر أصـلاً، مثـل صيد السمـك، والغــوص على الؤلؤ اللتـان أهملتا حالياً من قبل السكـان بعـد اتجـاههم نحـو العمـل أو التوظيف في قطاع

الخدمات غير المنتج، ويمكن أن تساهم الدولة في تشجيع ودعم مثل هذه المهن وتطويرها خاصة بعد أن نفذت العديد من المشاريع الهامة والحيوية كبناء ميناء حديث، ومحطة لتحلية المياه المالحة وأخرى لتوليد الطاقة الكهربائية، وبناء مستشفى حديث، وآخرها إنشاء جسر ضخم يربط بين أهم جزيرتين من هذه الجزر.



المـــراجـــع

أولا ـ باللغة العربيـة:

- البارودي، محمد سعيد: ١٩٨٤م، منطقة الساحل السوري ـ دراسة جيمورفولوجية. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية آداب جامعة عين شمس.
- التقارير البيئية السنوية لأعوام ١٩٧٧، ١٩٧٨، ١٩٧٩م.
- الشريف، عبدالرحمن صادق، مناخ اقليم جنوب غرب المملكة العـربية السعودية، مجلة الدارة، العدد الأول، السنة الثانية، ١٣٩٦هـ ص ١٣٨.
- سباركس، ب، و، ١٩٧٨، (ترجمة ليلى محمد عثمان) القاهرة.
- مفتـاح، ابـراهيم عبدالله: فرسان، سلسلة «هذه بلادنا» رقم ٢٤، الرئاسة العامة لرعاية الشباب.

ثانيا ـ باللغة الأجنبية:

- Al-Sayari. S.S. et al., 1984, Quaternary Along the Coast of A qaba in Jodo, A.R., Zotl. J.G. (ed.) Quaternary Period in Saudi Arabia, Vol.2. Springar Verlag.
- Bird, E.C.F, 1970, Coasts, MIT U.S.A.

loom, A.L., 1978, Geomorphology, I.all, Inc., New Jersey.

rown, G.F., 1972, Tectanic Map of the Arabian Peninsula Di- :ctory of Mineral Resources, Jiddah.

ox, L.R., 1931. The geology of the Farsan Islands, Gizan and amaran Island, Red Sea: Geol. Mag. (Great Britain) V.68.

oleman G. Fleck, R. J. Hedge, C.E. and Ghent, E.D., The Vol- unic Rocks of Southwest Saudi Arabia and the opening of the ed Sea. Mineral Reseources Bulletin 22, Red Sea Research,)79-1975, Jiddah 1977.

arwin, C. 1889; The Structure and Distrbution of Coral Reefs, ondon 3rd ed.

abbagh, A. Emmermann, R., et al., 1984, Development of ihamat Arir During the Quaternary in Jeda, A.R. Zotl J.G (ed). uarternary Period in Saudi Arabia Vol.2 Springar Verlag.

abbagh, A. Hotzl, H. & Schnier, H. 1984, Farsan Islands, in ido. A.R. & Zotl. J.G. (ed), Quaternary Period in Saudi Arabia o.2.

)rinager Velag, Wien, New York.

avies, J.L., 1972, Geographical variation in coastal develop- ent, Edinburgh, Oliver and Boyd Ltd.

ebrat, J.M., 1974, Etude D'un Karst Calcaire Littoral méditérra- :an: Example du littoral de Nice á Menton Méditerranee No:2.

e Golyer and MacNaughton, 1953. Geology of Saudi Arabian ed Sea coastal plain and the Farsan Islands with respect to pet- leum possibilities:

udi Arabian Dir. Gen. Mineral Resources Open file rept. 3,49.

ouglas, I., 1976, Lithology, Landforms and Climate, in Derby- iire, E., (ed), Geomorphology and Climate, Willy, London.

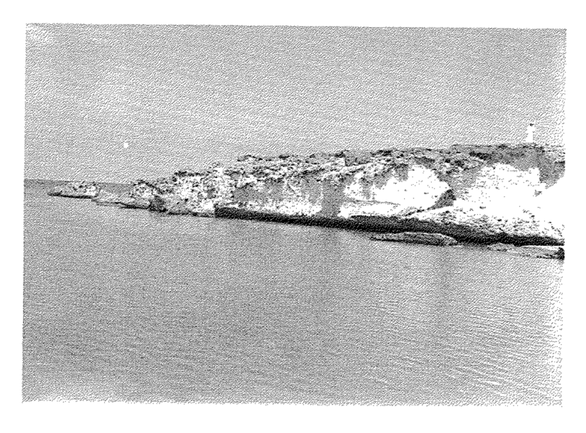
mery, K.O., 1946, "Marine Solution Basins", Journ., of Geol. ol. 54.

- Farhead, J.D., and Girdler, R.W., 1970 phil. Trans. R.Soc, A 267, 49.
- Gettings, E. Delineation of the Continental Margin in the Southern Red Sea Region From New Gravity Evidence, Mineral Resources Bulletin 22, Red Sea Research, 1970-1975, Jiddah 1977.
- Gennings, J.N., 1971, Karst, MIT, London.
- Guilcher (A.) 1955, "Geomorphologie de l'extremité du banc coralien Farsan (Mer Rouge)" Ann. Inst. Oceanogr 39.
- Guilcher, A., 1979, Les risages corallines de l'est et du sud de la presqu 'ile du Sinai, Ann.geog, no.488.
- Girdler, R.W. and Styles, P, 1974 Two stages Red Sea floor spreading, Nature, V.247.
- Girdler, R.W., and Whitmarsh, R.B., Deep Sea Drilling Project, 23.
- Hall, S.A., et al., "Total Intensity Magnetic Anomaly Map of the Red Sea and Adjacent Coastal Areas, a Description and Preliminary Interpretation" in Meneral Resources Bulletin 22, Red Sea Research, 1970-1975, Jiddah 1977.
- Hotzl, E. et al., 1984. Problems Involved in 14c Age Determinations in Carbonates, in Jado, A.R. Zotl, J.G. (ed) Quaternary Period in Saudi Arabia Vol 2. Springar Verlag.
- Mac Fadyen, W.,A., 1930 The geology of the Farsan Islands, Gizan and Kamaran Island, Red Sea, Part 1-General Geology: Geol Mag. (Great Britain) V.67.
  - 1930. The Undercuting of coral reaf limestone on the coasts of some islands in the Red Sea: Geog. Jour. V.75.
- Morcos, S.A., Oceanography of the Red Sea.
- Nestroff (W), 1955. "Les recift coralliens du banc Farsan Nord" Ann. Inst. Oceanogr, 30.

- Ross, D.A. & Schleo, J., Shallow, "Structure and Geologic Development of the Southern Red Sea", Mineral Resources Balletin 22, Red Sea Research, 1970-1975, Jiddah 1977.
- Skipwith, p. 1973: The Red Sea and Coastal Plain of the Kingdom of Saudi Arabia. Dir. Gem. Min. Resourcs. Techn. rec. TR1973-1, Jeddah.
- Steers, J.A., 1972, The Sea & Coast Collins, London.
- Thomas, M.F., 1976, Criteria for Recognition of.climatically induced Variations in cranite landforms in Derbyshire, E., (ed.), Geomorphology and Climate Wily, London.
- Walker, H.J., 1978, Research in coastal geomorphology: Basic and Applied, Geomorphology present problems and future prospects. Oxford University press, London.



(صورة ١)
البنيات الأخدودية الانكسارية الغارقة في موقع خله، شمال شرق فرسان، الصورة مأخوذة في اتجاه الشمال الشرقي



(صورة ٢)
جانب (خاصرة) أحد الخلجان الانكسارية في خله، لاحظ الاذابة الحالية النافذة بعمق أسفل الجرف، والتي تؤدي إلى خسف الكتلة ومن ثم تشكل الشقوق الساحلية



(صورة ٣)
أحد شقوق الخسف الناجم عن الاذابة السفلية في جانب أحد الخلجان الانكسارية في خله. لاحظ ظاهرة التافوني على السفح والتي يحتمل أيضا أن تمثل مستويات سابقة البحر

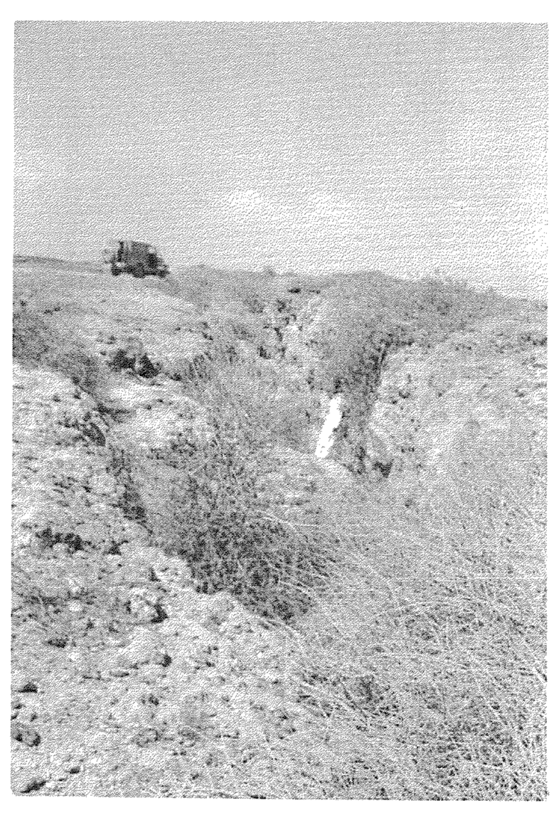


(صورة ٤)
خور خله الانكساري الغارق، وهو مصب لوادي خله، لاحظ أيضا نقر المطر الاذابية في مقدمة الصورة

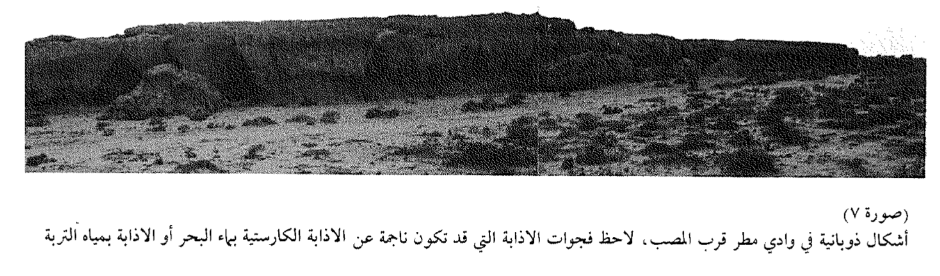


(صورة ٥)
مصب وادي الحسين، لاحظ المدرجات الانكسارية في أعلى الصورة على الأيمن للوادي والتي ساهمت في نشأة المنخفض

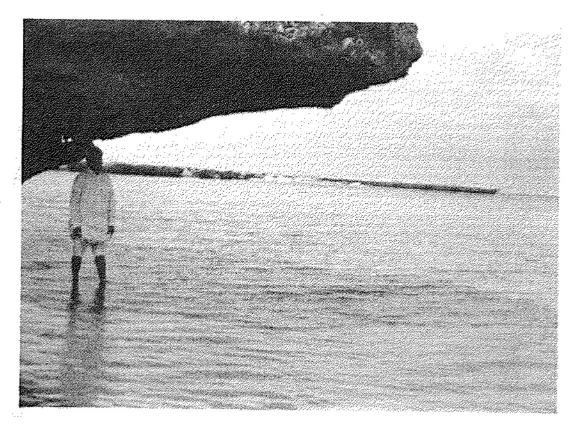
أحد الانكسارات الطولية في الجانب الأيسر لوادي الحسين وقد اتسع نتيجة لعمليات التعرية السطحية المختلفة



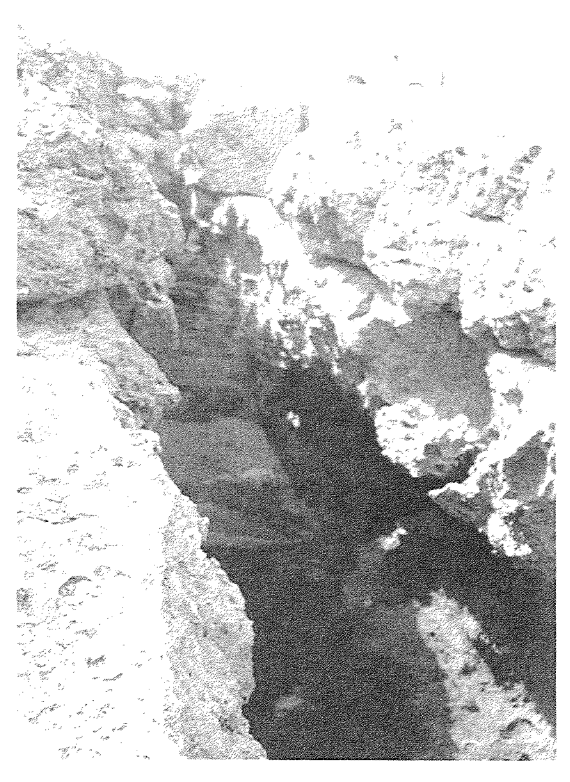
(صورة ٦)
أحد الانكسارات الطولية في الجانب الأيسر لوادي الحسين وقد اتسع نتيجة لعمليات التعرية السطحية المختلفة



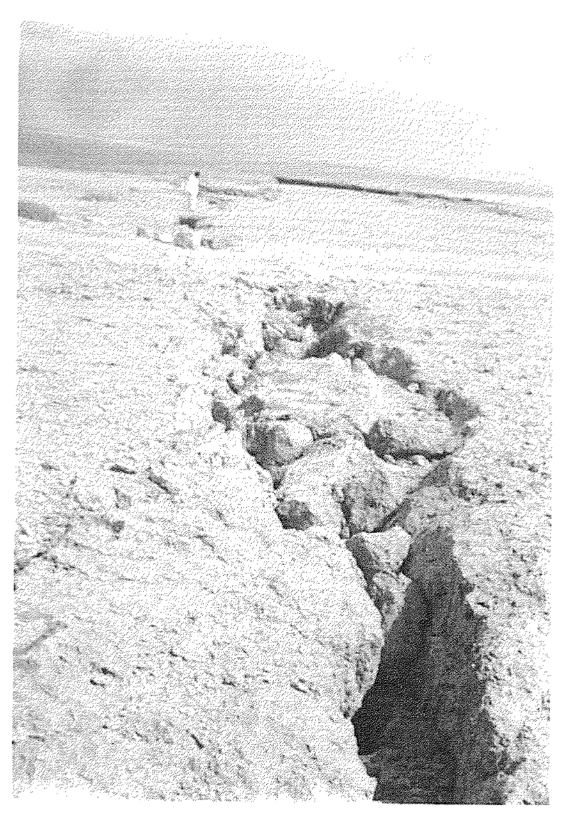
(صورة ٧)
أشكال ذوبانية في وادي مطر قرب المصب، لاحظ فجوات الاذابة التي قد تكون ناجمة عن الاذابة الكارستية بماء البحر أو الاذابة بمياه التربة



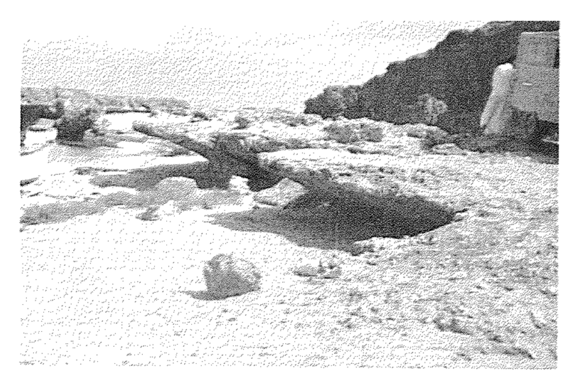
(صورة ٨)
جروف ساحل صير، لاحظ نظام الشرفات والفجوات الاذابية وتقدمها، وضحولة عتبة النحت البحري



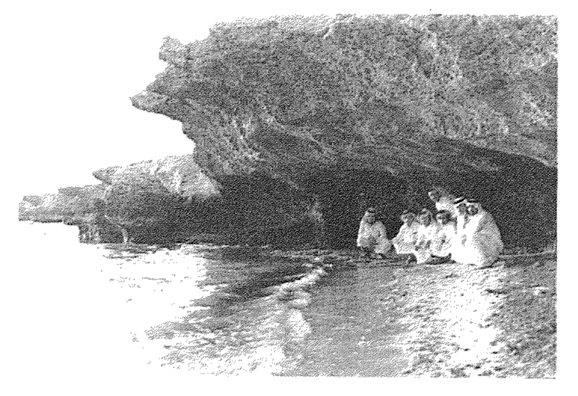
(صورة ٩)
أحد شقوق الخسف وقد التقى مع الساحل في منطقة صير، يلاحظ تطور الشق بالاذابة البحرية المتوغلة



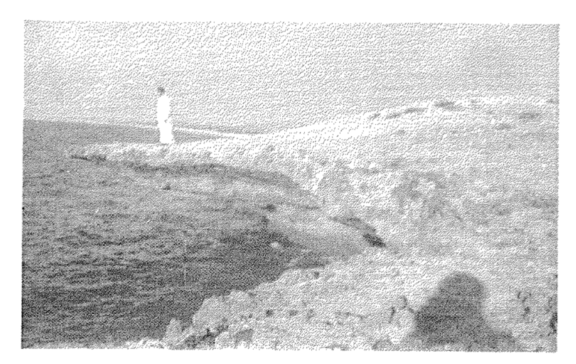
(صورة ١٠)
أحد شقوق الخسف الناجم عن اذابة سفلية لجروف ساحل صير، الجانب الهابط، إلى يسار الصورة، يلاحظ في أعلى الصورة ساحل جزيرة السجيد



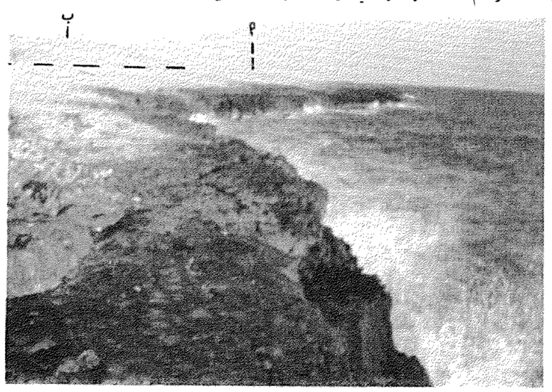
(صورة ١١)
بعض حالات جروف ساحل صير، يلاحظ الفجوة الجديدة المشكلة بالاذابة بعد الخسف الذي أصاب هذه الجروف



(صورة ١٢)
جروف الساحل الشمالي لخليج جنابه، يلاحظ تقدم الشرفات، كما يلاحظ التقويضة الثنائية

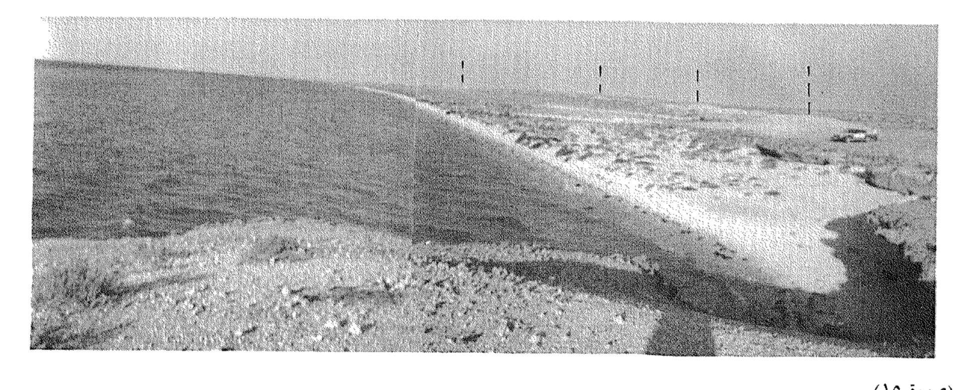


(صورة ١٣) جروف الساحل الجنوبي لخليج جنابة، يلاحظ أقصى تقدم للشرفات في الجزيرة (٥,٥متر)، كما يلاحظ أقصى تقدم للشرفات في الجزيرة (٥,٥متر)، كما يلاحظ تراكم الحاجز المرجاني فوق مستوى الشاطىء ٣-٤ أمتار

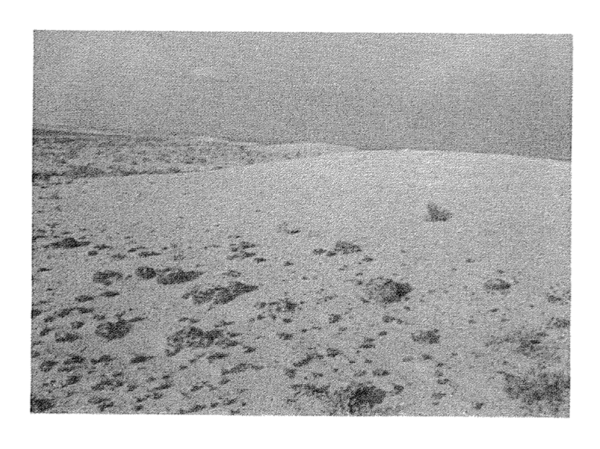


(صورة ١٤) جروف الساحل الجنوبي لراس شدا، ويمكن ملاحظة التالي:

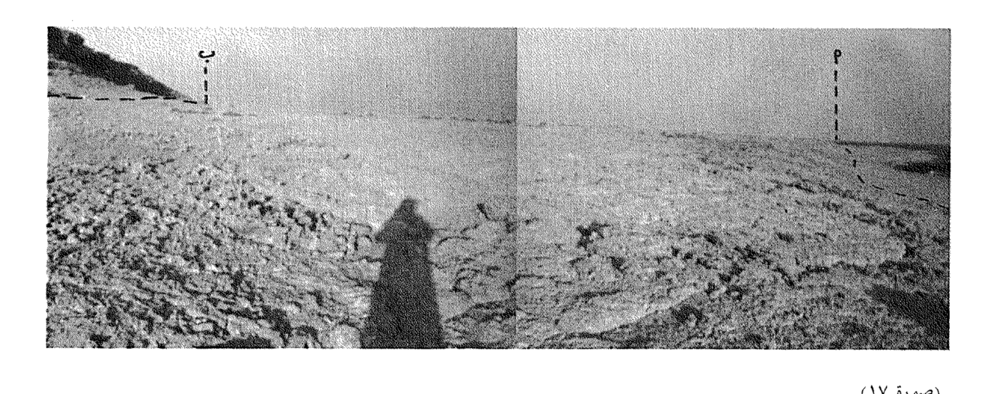
- الاذابة الكارستية المكثفة بمياه ورشاش البحر
- شقوق الخسف الموازية والناجمة عن الاذابة السفلية
- مستوى الشاطىء المرتفع ٣-٤ أمتار (أ)
- مستوى الشاطىء المرتفع ٨-١٠ أمتار (ب)



(صورة ١٥)
خليج جنابة ناظراً في اتجاه الشرق والشمال الشرقي، يلاحظ تطويق الحاجز الصدفي للجروف المهجورة في الخليج، كما يلاحظ منطقة التقاء الجروف المهجورة بالجروف النشطة في مقدمة الصورة.



(صورة ١٦)
أكوام الحاجز الصدفي المتتابعة حول خليج جنابة الذي يظهر إلى يسار الصورة. الصورة مأخوذة في اتجاه الشمال



(صورة ١٧)
الساحل الجنوبي لرأس شدا، ويمكن ملاحظة جروف الشواطىء المرتفعة التالية:
أ ـ جروف الشاطىء المرتفع ٣ـ٤ أمتار، يلاحظ إلى يمينه النسيج الناعم لهذا الشاطىء.
ب ـ جروف الشاطىء المرتفع ٨ـ١٠ أمتار، يلاحظ النسيج الخشن لهذا الشاطىء في مقدمة الصورة. الصورة مأخوذة في اتجاه الشرق

(صورة ١٨)

الساحل الغربي والشمالي لرأس شدا، ويمكن ملاحظة جروف الشواطىء المرتفعة التالية:

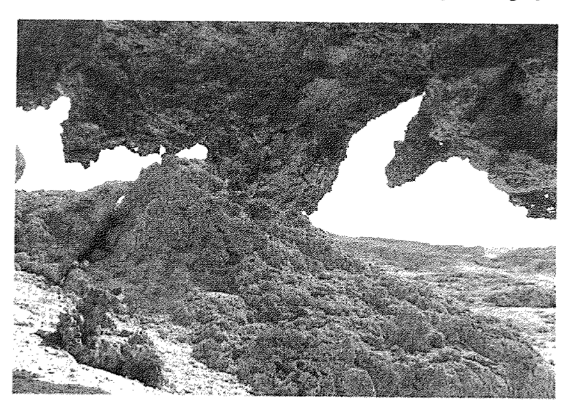
أ ـ جروف الشاطىء المرتفع ٨ـ١٠ أمتار

ب ـ جروف الشاطىء المرتفع ١٥ـ١٨ متر

جـ ـ مسطحات الشاطىء المرتفع ٢٠ـ٢٢ متر



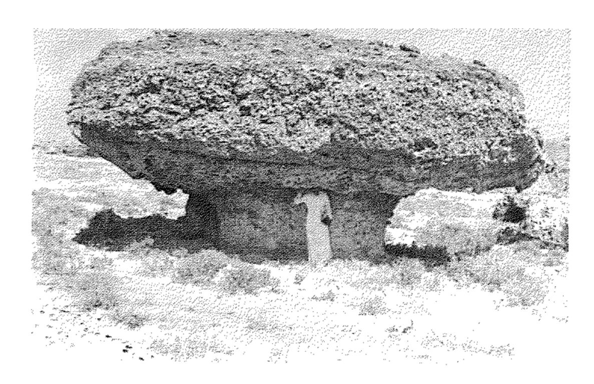
جروف خليج جنابة، ويمكن ملاحظة سطوح انفصال الطبقات التي ساهمت في احداث التقويض الثنائية على هذه الجروف



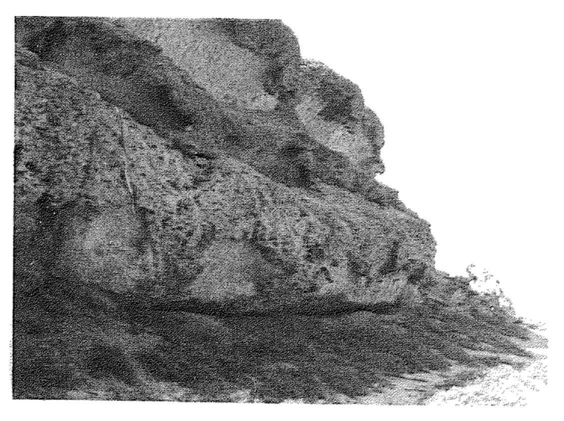
(صورة ٢٠)

منظر عام لجبال المغاوي من داخل احدى كهوف التحلل ويمكن ملاحظة التالي:

- الأطراف الأمامية المتدلية لكهوف التحلل (التافوني)
- الطبوغرافية الكارستية الفوضوية على الجبال
- نقر الاذابة بماء المطر



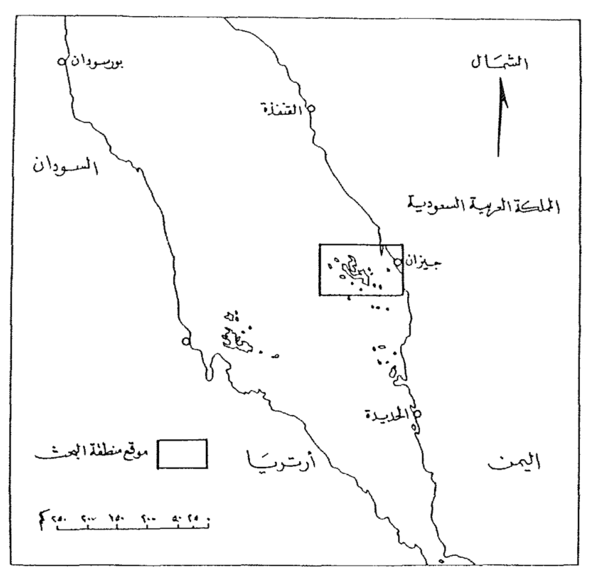
(صورة ٢١)
أشكال فطرية ذوبانية في الجانب الأيمن لوادي خلة، وقد نتجت عن الاذابة الكارستية بماء التربة والخاصية الشعرية



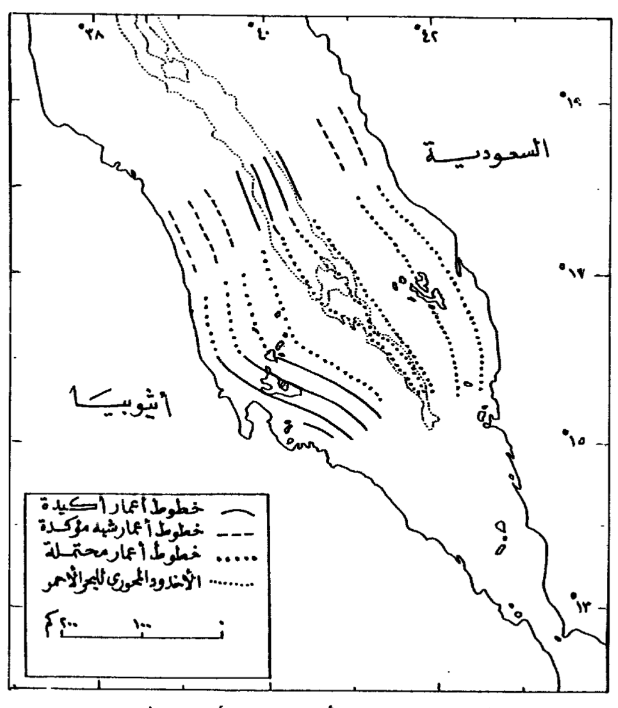
(صورة ٢٢)
ظاهرة التافوني في جروف أحد الخلجان الانكسارية لمنطقة خلة والتي يحتمل أن تمثل مستويات عليا سابقة للبحر الذي يظهر على يمين الصورة



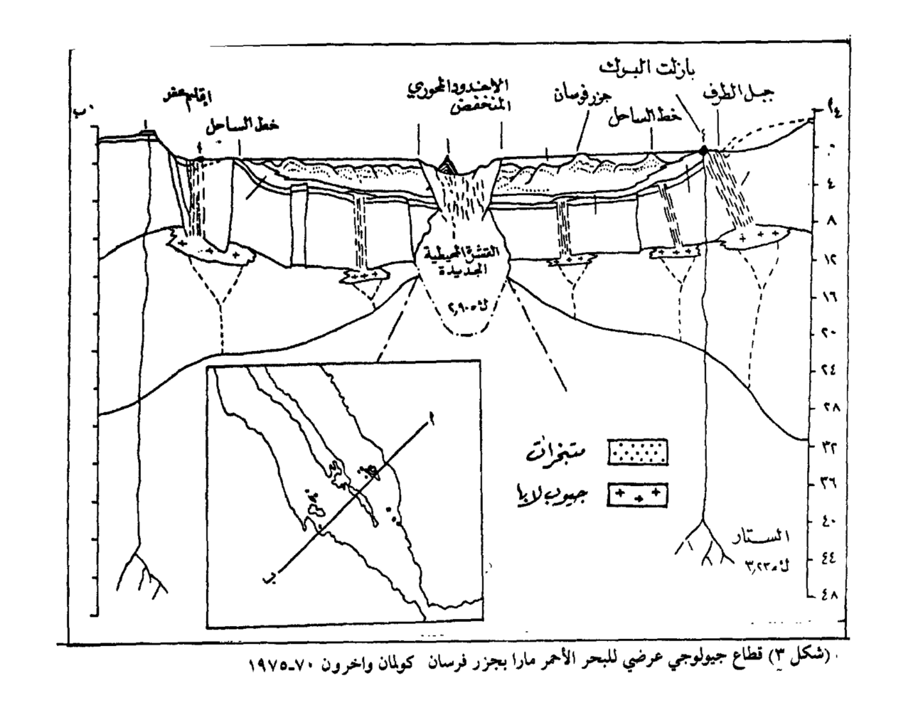
(صورة ٢٣)
ظاهرة التافوني على جوانب أحد الخلجان الانكسارية في منطقة خلة يلاحظ المظهر الناعم لحوائط الكهف والمظهر الخشن للسطح الخارجي لسقف الكهف.



(شكل ١) موقع منطقة البحث في المملكة والجزء الجنوبي للبحر الأحمر

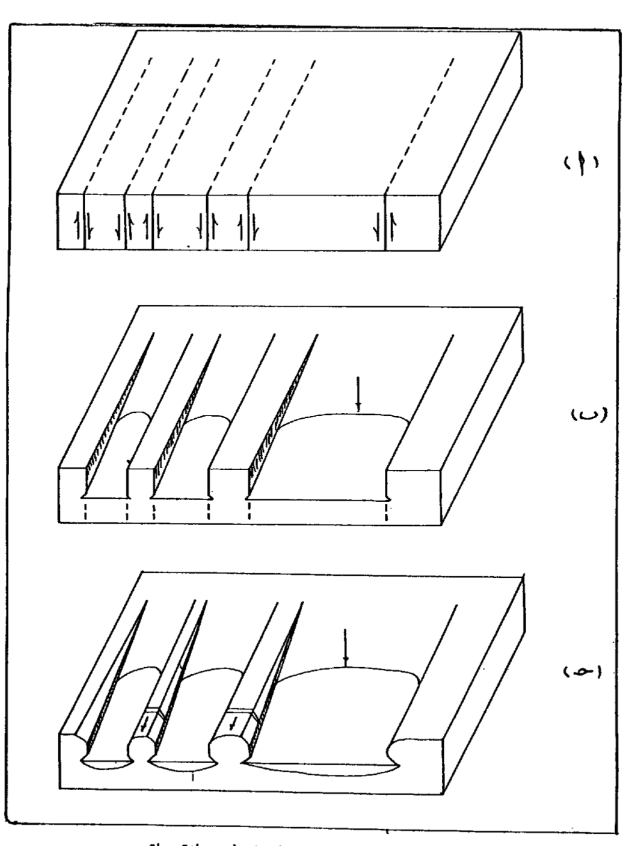


(شكل ٢) يوضح مراحل نشأة وتطور البحر الأحمر جيردلر ١٩٧٤



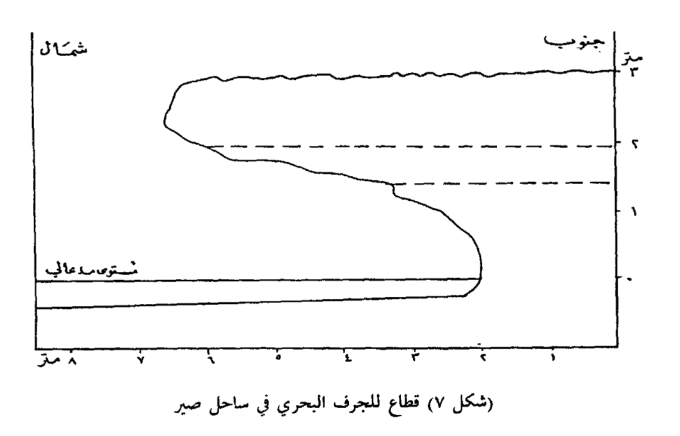
(شكل ٣) قطاع جيولوجي عرضي للبحر الأحمر مارا بجزر فرسان كولمان واخرون ٧٠-١٩٧٥

(شكل ٤) خريطة بنيوية لجزيرة فرسان كبير

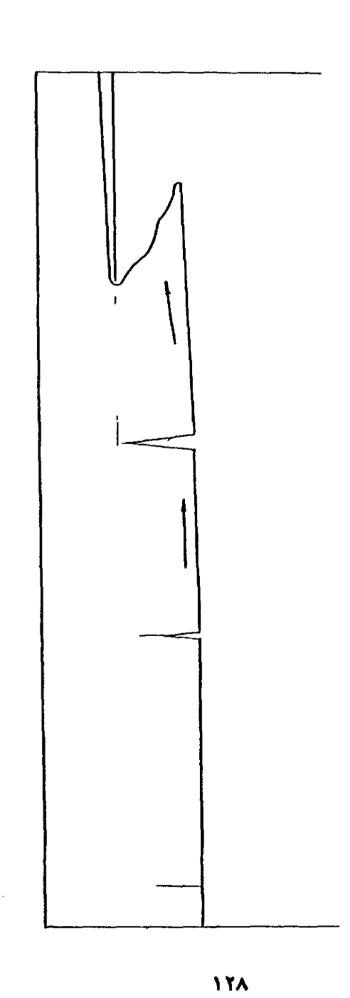


(شكل ٥) الخلجان الانكسارية الغارقة في منطقة خلة

(شكل ٦) خريطة جيمورفولوجية لجزيرة فرسان كبير



(شكل ٧) قطاع للجرف البحري في ساحل صير



(شكل ٨) يوضح أثر الإذابة البحرية النحت سطحية في تشقق وخسف الشاطىء المرتفع ٣-٤ أمتار

جنوب

متر

٣

٢

١

٠

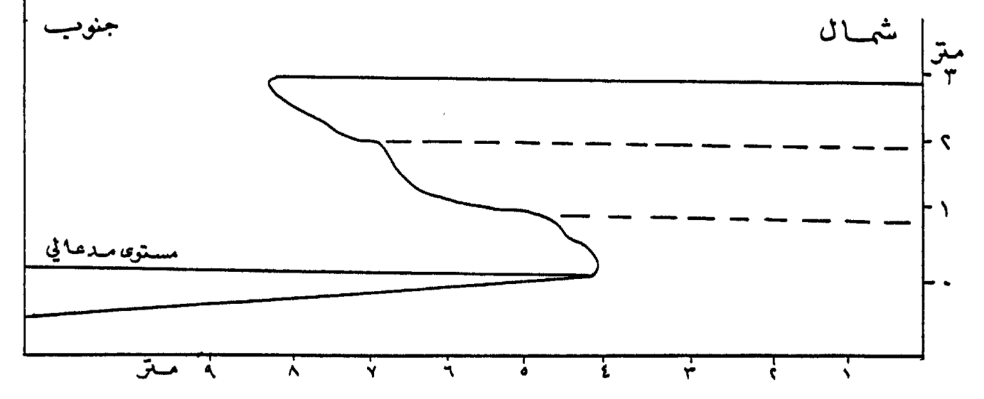
شمال

مستوى مد عالي

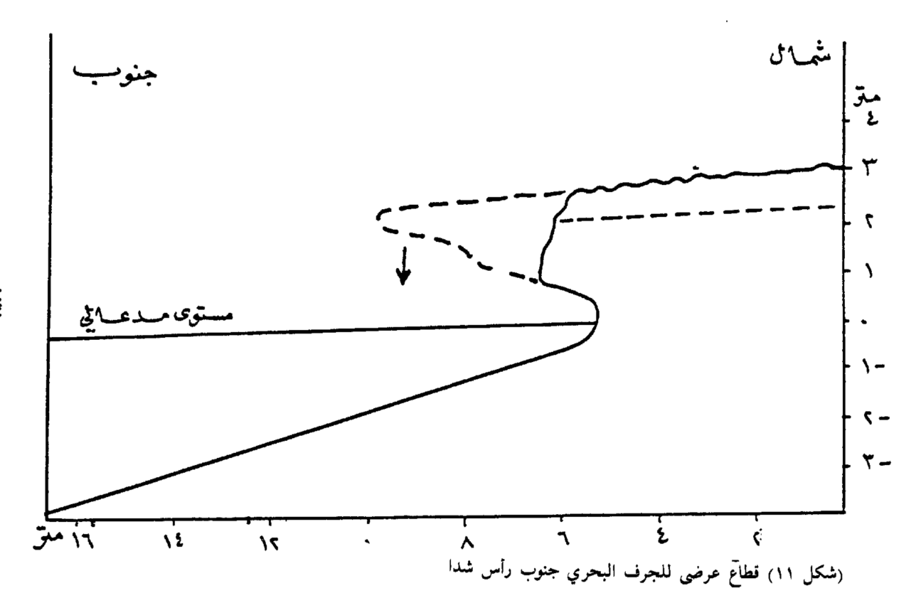
١
٢ ؟

(شكل ٩) قطاع لبعض حالات الجروف البحرية في ساحل صير

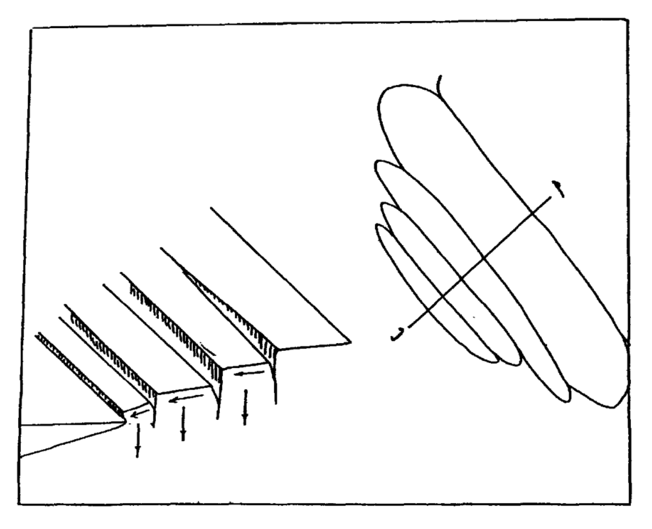




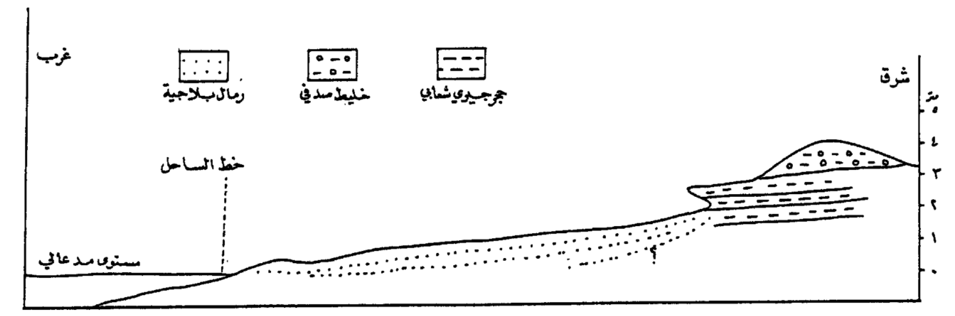
(شكل ١٠) قطاع الجرف البحري في خليج جنابة جنوب قرية فرسان



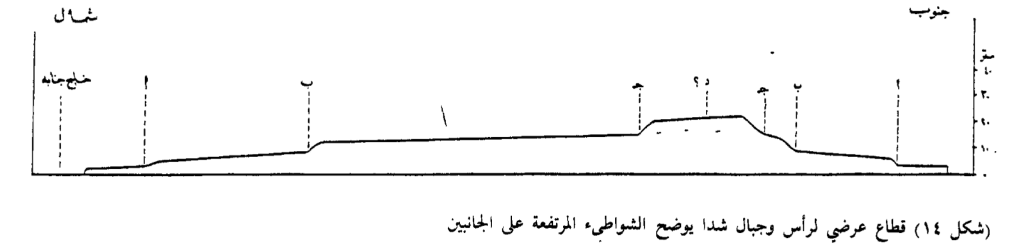
(شكل ١١) قطاع عرضي للجرف البحري جنوب رأس شدا



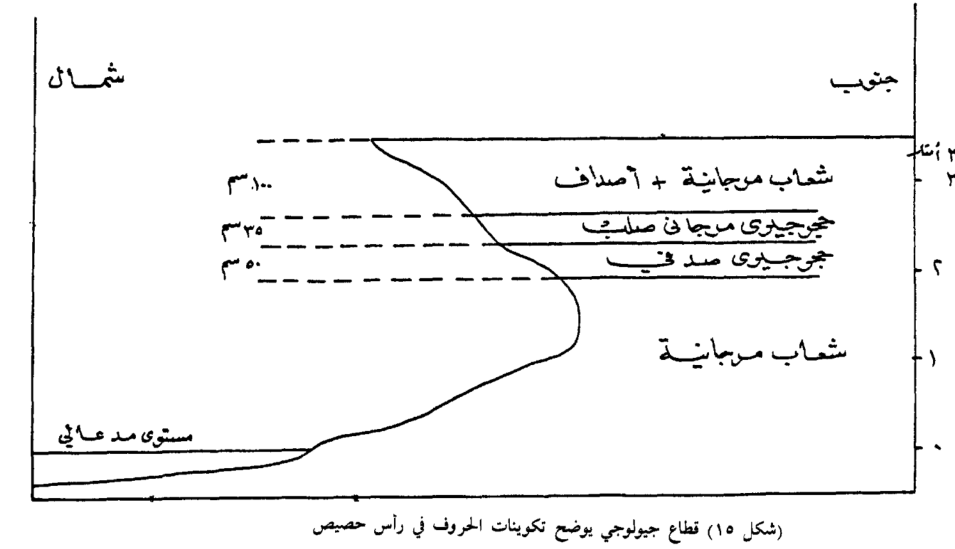
(شكل ١٢) رسم تخطيطي لمدرجات الخسف والاذابة



(شكل ١٣) قطاع عرضي لساحل خليج جنابة يوضح موضع الحاجز الصدفي من منسوب الشاطىء المرتفع ٣ أمتار.



(شكل ١٤) قطاع عرضي لرأس وجبال شدا يوضح الشواطىء المرتفعة على الجانبين



(شكل ١٥) قطاع جيولوجي يوضح تكوينات الحروف في رأس حصيص

محتويات البحث

الصفحة

الأشكال الجيمورفولوجية الساحلية

عمليات التعرية السطحية والأشكال الناجمة عنها

صدر من هذه السلسلة

0580110